

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**  
**PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**  
**CAMPUS UNIVERSITÁRIO PROFESSOR JOSÉ ALOÍSIO DE CAMPOS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS**  
**NATURAIS E MATEMÁTICA**

**ELTON DANIEL OLIVEIRA DO NASCIMENTO**

**PRÁTICAS EPISTÊMICAS EM ATIVIDADES INVESTIGATIVAS DE**  
**CIÊNCIAS**

**SÃO CRISTÓVÃO – SE**  
**2015**

**ELTON DANIEL OLIVEIRA DO NASCIMENTO**

**PRÁTICAS EPISTÊMICAS EM ATIVIDADES INVESTIGATIVAS DE  
CIÊNCIAS**

Dissertação apresentada a banca examinadora do programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal de Sergipe (NGECIMA/UFS), como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática. Linha de pesquisa: Currículo, Didáticas e Métodos de Ensino das Ciências Naturais e Matemática.

**Orientadora:** Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>a</sup> Adjane da Costa Tourinho e Silva

**SÃO CRISTÓVÃO – SE  
2015**

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**

N244p Nascimento, Elton Daniel Oliveira do  
Práticas epistêmicas em atividades investigativas de Ciências / Elton Daniel Oliveira do Nascimento ; orientadora Adjane da Costa Tourinho e Silva . – Aracaju, 2015.  
88 f.

Dissertação (mestrado em Ensino de Ciências Naturais e Matemática) – Universidade Federal de Sergipe, 2015.

1. Ciência – Estudo e ensino. 2. Física – Estudo ensino. 3. Professores de ciências. 4. Teoria do conhecimento. 5. Epistemologia social. I. Silva, Adjane da Costa Tourinho e, orient. II. Título.

CDU 37.016:53



A meus pais e ao meu irmão.

## **AGRADECIMENTOS**

Mais uma importante etapa da minha vida está sendo concluída, e como na vida é impossível caminharmos sozinhos, tenho muito a quem agradecer!

À minha mãe Terezinha por ser minha fortaleza, por me orientar a sempre fazer o bem, por me transmitir paz, através do seu amor, do seu carinho, da sua proteção e da sua fé.

A meu pai José por ser meu mentor, por confiar em minhas atitudes, por ensinar-me a ter paciência e tranquilidade a enfrentar todos os obstáculos que a surgirem em minha vida.

A meu irmão Davy por ser meu melhor amigo, por todo o companheirismo, por todas as confidências, por me escutar em todas as horas, e me divertir a todo instante.

À Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Adjane da Costa Tourinho e Silva por ser uma orientadora diferenciada, mediante tamanha paciência e dedicação que tens, e por propagar tanto conhecimento.

À minha tia Irailde (Dinha) que sempre me incentivou na carreira acadêmica, que vive me contagiando com sua alegria ímpar, e me auxiliando em tudo seja com palavras ou ações.

À minha tia Ana por me acompanhar durante todo esse tempo, pela convivência dentro de casa, por todas as preocupações, visando sempre o meu melhor.

À minha madrinha Margarida, a minha vó Lindaura, a minha prima Alessia, e a todos os meus familiares que contribuem, direta ou indiretamente, com minha formação.

A todos os meus amigos que me acompanham desde a infância até hoje, e que por mais que a vida nos distancie um pouco, sei que sempre emana positividade na minha vida.

A todos os colegas que entraram junto comigo no NPGECIMA, por todas as trocas de informações e de experiências, me enriquecendo tanto na vida profissional quanto pessoal.

Acima de tudo agradeço a Deus por me proporcionar tantas vitórias, por atender minhas preces e me fazer uma pessoa tão privilegiada em conviver com pessoas tão incríveis.

“Temos nosso próprio tempo”

**Renato Russo**

## RESUMO

Esse estudo alia-se à perspectiva de que os alunos construam uma concepção adequada acerca da natureza da ciência, e para isso, considera-se que a argumentação em salas de aula de ciências seja primordial para disseminação desse conhecimento. Esta pesquisa tem como objetivo analisar o desenvolvimento de práticas epistêmicas ao longo de atividades investigativas de Física em salas de aula do Ensino Médio, explicitando suas relações com as ações do professor ao conduzir tais atividades. Dentre as ferramentas analíticas existentes na literatura, se destaca as práticas epistêmicas definidas em Kelly e Duschl (2002), baseadas em estudos da Filosofia, Sociologia e Antropologia da Ciência, os autores definem as práticas epistêmicas como formas específicas em que membros de uma comunidade científica, entendem, justificam, avaliam e validam os conhecimentos desenvolvidos. Jimenez-Aleixandre e Bustamante (2007) consideram a noção de prática epistêmica apresentada em Kelly e Duschl (2002) e Sandoval (2001) para afirmar que, as práticas epistêmicas relacionam-se com práticas sociais em intrínseca relação com o saber, e elaboram um conjunto de práticas epistêmicas associadas às atividades sociais de produção, comunicação e avaliação do conhecimento apresentadas em Kelly (2005). Esse conceito já vem sendo trabalhado em outras pesquisas, e nelas encontramos categorias que caracterizam o discurso de conteúdo científico dos alunos, porém esse trabalho busca contemplar um maior número de categorias, a fim de contribuir com o avanço nessa discussão e, para uma melhor visualização das práticas epistêmicas, assim as atividades investigativas tornam-se um segmento que auxilia na análise. Uma atividade investigativa, com um roteiro bem elaborado e com a colaboração do professor na sua condução, facilita o desenvolvimento das práticas epistêmicas pelos alunos. Neste sentido, os dados das análises foram coletados em uma oficina de Física intitulada “Investigando a dilatação térmica dos sólidos”, desenvolvida em um evento de popularização da ciência, essa sequência investigativa ocorreu no Colégio de Aplicação da Universidade Federal de Sergipe, que busca analisar a condução do professor no desenvolvimento dessas atividades investigativas, utilizando as categorias: abordagens comunicativas, intenções do professor e movimentos epistêmicos. Para a análise das práticas epistêmicas dos alunos, nos baseamos nas categorias propostas por Jimenez-Aleixandre e Bustamante (2007) e em trabalhos que dialogam com este. Desse modo, faz-se uma relação dessas ações com as práticas epistêmicas desenvolvidas pelos alunos e, ao considerar os resultados, foi perceptível que as ações do professor, aliada à estrutura da atividade, favoreceram o aparecimento de algumas práticas epistêmicas pelos alunos, primordialmente na instância de produção do conhecimento. Além disso, verifica-se que a estrutura da atividade investigativa é importante para a evolução conceitual dos alunos e a consequente construção do conhecimento acerca da natureza científica.

**Palavras-chave:** Ações do professor, atividades investigativas, ensino de ciências, práticas epistêmicas.



## ABSTRACT

This study joins the prospect that students acquire an adequate conception of the nature of science, and for this, it is considered that the argument in science classrooms is essential to spread this knowledge. This research aims to analyze the development of epistemic practices over investigative activities in Physics in high school classrooms, explaining its relationship with the actions of the teacher to conduct such activities. Among the existing analytical tools in the literature, it highlights the epistemic practices defined in Duschl and Kelly (2002), based on studies of Philosophy, Sociology and Anthropology of Science, the authors define the epistemic practices as specific ways in which members of a scientific community , understand, justify, evaluate and validate the developed knowledge. Jimenez-Aleixandre and Bustamante (2007) consider the notion of epistemic practice presented in Kelly and Duschl (2002) and Sandoval (2001) to say that the epistemic practices relate to social practices in intrinsic relationship to knowledge, and prepare a set of epistemic practices associated with social activities of production, communication and evaluation of the knowledge presented in Kelly (2005). This concept is already being worked on other research, and in them we find categories that characterize the speech of scientific content of the students, but this work seeks to contemplate a larger number of categories in order to contribute to advancing this discussion and for a better view epistemic practices and investigative activities become a segment that helps in the analysis. An investigative activity, with a well-crafted script and with the collaboration of the teacher in his driving, facilitates the development of epistemic practices by students. In this sense, the data analyzes were collected in a workshop of Physics entitled "Investigating the thermal expansion of solids," developed into a science popularization event, this investigative sequence occurred in the Application School of the Federal University of Sergipe, which seeks to analyze driving teacher in developing these research activities, using the categories: communication approaches, teacher's intentions and epistemic movements. For the analysis of epistemic practices of students, we rely on the categories proposed by Jiménez-Aleixandre and Bustamante (2007) and works that dialogue with this. Thus, it is a relationship of these actions with the epistemic practices developed by students and, considering the results, it was apparent that the teacher's actions, combined with the activity of the structure, favored the emergence of some epistemic practices by students, primarily in production instance of knowledge. Moreover, it is noted that the structure of investigative activity is important for the conceptual evolution of the students and the subsequent absorption of the scientific knowledge.

**Keywords:** Teacher Shares, investigative activities, science education, epistemic practices.

## LISTA DE FIGURAS E QUADROS

Figura 1 - Modelo da chave aquecida elaborado pelo grupo-pesquisa .....	49
Quadro 1 - Práticas epistêmicas apresentadas por Jimenez-Alexandre e Bustamante (2007) .....	17
Quadro 2 – Intenções do professor apresentadas por Mortimer e Scott (2002) .....	22
Quadro 3 – Movimentos epistemológicos apresentados por Lidar, Lundquist e Ostman (2005) .....	23
Quadro 4 – Movimentos epistêmicos apresentados por Silva (2011) .....	23
Quadro 5 – Movimento epistêmico acrescentado por Borges (2013) .....	24
Quadro 6 – Práticas epistêmicas segregadas por Araújo (2008) .....	26
Quadro 7 – Práticas epistêmicas verificadas em Nascimento <i>et al</i> (2013) .....	30
Quadro 8 – Práticas epistêmicas .....	41
Quadro 9 – Transcrição do discurso do professor, movimento de reelaboração .....	45
Quadro 10 – Transcrição do discurso do professor, movimento de compreensão .....	46
Quadro 11 – Transcrição do discurso do aluno, prática planejando investigações .....	48
Quadro 12 – Transcrição do discurso do professor, movimento de confirmação .....	49
Quadro 13 – Transcrição do discurso dos alunos, prática de alcançando generalizações .....	51
Quadro 14 – Transcrição do discurso dos alunos, prática de justificando as próprias conclusões .....	52
Quadro 15 – Transcrição do discurso do professor .....	53
Quadro 16 – Transcrição de diálogo entre professor e aluno .....	54
Quadro 17 – Transcrição do discurso do professor, movimento de reelaboração .....	55
Quadro 18 - Tempo e percentual do momento da aula .....	57
Quadro 19 – Tempo e percentual do discurso do professor .....	57
Quadro 20 – Tempo e percentual da abordagem comunicativa do professor .....	58
Quadro 21 – Tempo e percentual das intenções do professor .....	59
Quadro 22 – Tempo e percentual dos movimentos epistêmicos do professor .....	59
Quadro 23 – Tempo e percentual do discurso dos alunos .....	60
Quadro 24 – Tempo e percentual das práticas epistêmicas dos alunos .....	61

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>12</b>
<b>CAPÍTULO 1 – PRESSUPOSTOS TEÓRICOS .....</b>	<b>15</b>
<b>1.1 Práticas epistêmicas .....</b>	<b>15</b>
<b>1.2 Atividades investigativas .....</b>	<b>18</b>
<b>1.3 Ações do professor .....</b>	<b>20</b>
<b>1.3.1 Abordagens comunicativas .....</b>	<b>21</b>
<b>1.3.2 Intenções do professor .....</b>	<b>21</b>
<b>1.3.3 Movimentos epistêmicos .....</b>	<b>22</b>
<b>CAPÍTULO 2 – REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>25</b>
<b>2.1 As pesquisas sobre práticas epistêmicas .....</b>	<b>25</b>
<b>2.2 As pesquisas sobre movimentos epistêmicos .....</b>	<b>31</b>
<b>CAPÍTULO 3 – PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS .....</b>	<b>34</b>
<b>3.1 Objetivos da pesquisa .....</b>	<b>34</b>
<b>3.2 As atividades investigativas .....</b>	<b>35</b>
<b>3.3 Coleta e tratamento dos dados .....</b>	<b>35</b>
<b>3.4 Categorias analíticas .....</b>	<b>38</b>
<b>CAPÍTULO 4 – ANÁLISE DA SEQUÊNCIA INVESTIGATIVA .....</b>	<b>44</b>
<b>CAPÍTULO 5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>63</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>66</b>
<b>APÊNDICE A – ATIVIDADE INVESTIGATIVA DE FÍSICA .....</b>	<b>71</b>
<b>APÊNDICE B – MAPA DE EPISÓDIOS .....</b>	<b>77</b>

## INTRODUÇÃO

Analisar práticas epistêmicas desenvolvidas por alunos ao longo de atividades investigativas e suas relações com as ações do professor favoráveis ao aparecimento de tais práticas é o interesse desse estudo. A intenção de estudar essas relações é avançar na elaboração de categorias que possam contemplar atividades investigativas de natureza estruturada, ancorada na ideia de que o ensino de ciências (química, física e biologia) possibilita ao aluno não apenas uma aprendizagem de conceitos e procedimentos experimentais, mas também, promover uma adequada percepção acerca da natureza da ciência e do conhecimento científico.

Na literatura, há trabalhos que visam o emprego da aprendizagem nas salas de aula acerca da natureza das ciências. Além disso, essas propostas também são encontradas nas orientações curriculares governamentais, no entanto, percebe-se que a maioria dos professores não tem levado em consideração tais propostas, conseqüentemente, mesmo implicitamente, tem-se repassado uma percepção distorcida das ciências naturais aos alunos, sendo desconsiderada a relação entre os saberes científicos e os aspectos sociais, econômicos e ambientais, agregando o ensino às práticas reais dos estudantes.

Este estudo é o produto de um projeto iniciado em 2011, através de uma pesquisa proporcionada pelo Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC), intitulada “Aspectos epistêmicos do ensino-aprendizagem de ciências – uma análise de salas de aula de Química, Física e Biologia”, sob a orientação da Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Adjane da Costa Tourinho e Silva. Ao longo desta pesquisa, foram discutidos aspectos importantes da argumentação no ensino de ciências, com foco nos aspectos epistêmicos presentes no discurso entre professores e alunos. O projeto foi concluído em meados de 2012, mas o interesse pelo tema manteve-se constante, conforme as pesquisas continuaram dentro da Universidade Federal de Sergipe a partir das reuniões com o Grupo de Pesquisa em Práticas Educativas e Aprendizagens em Educação Básica (GPEA).

Durante o desenvolvimento da pesquisa verificou-se aspectos relevantes presentes na argumentação no ensino de ciências, como as práticas epistêmicas que se baseiam na definição proposta por Kelly e Duschl (2002), que as definem como formas específicas em que membros de uma comunidade científica, entendem, justificam, avaliam e validam os conhecimentos desenvolvidos. Também com base na definição, destaca-se Sandoval (2001) que trata das práticas epistêmicas desenvolvidas pelos alunos como atividades cognitivas e discursivas em que os mesmos se engajam para desenvolver sua compreensão epistemológica.

Ao considerar tais definições e a associação das práticas epistêmicas com as atividades sociais de produção, comunicação e avaliação do conhecimento (KELLY, 2005), Jimenez-Aleixandre e Bustamante (2007) apresentaram um conjunto de práticas epistêmicas, a serem desenvolvidas por alunos ao longo de atividades que visem a construção do conhecimento científico.

Entende-se que as atividades de cunho investigativo favorecem o aparecimento de tais práticas epistêmicas, por incentivarem aos alunos a discutirem entre si sobre os conhecimentos adquiridos em sala de aula e aqueles a serem trabalhados. Assim, foi desenvolvida neste trabalho uma sequência de ensino investigativo de Física com o intuito de realizar uma análise das práticas epistêmicas desenvolvidas pelos alunos, e promover aos mesmos um conhecimento acerca da natureza de conhecimento científico, desenvolvendo uma alfabetização científica.

Outro aspecto importante da pesquisa diz respeito às ações do professor na condução desse tipo de atividade, consideramos as ações voltadas a duas dimensões: a interatividade e a epistemológica. Quanto à dimensão da interatividade, tomam-se as categorias apontadas por Mortimer e Scott (2002) que analisam a abordagem comunicativa do professor para com os alunos ao decorrer da aplicação da atividade investigativa, além de categorizar as intenções do professor (MORTIMER; SCOTT, 2002).

Quanto à dimensão epistemológica, considera os movimentos epistêmicos do professor na condução da atividade, que “referem-se às intervenções do professor nas atividades investigativas de um grupo de alunos, que podem ser percebidas como questionamentos, sugestões e orientações significativas para o seu avanço intelectual” (SILVA, 2011).

Esse estudo está dividido em cinco capítulos, incluindo as considerações finais. O primeiro capítulo se refere aos pressupostos teóricos de base desse trabalho. Este capítulo é composto por três subcapítulos que relatam à origem do estudo das práticas epistêmicas e as ações do professor e, discute sobre as atividades investigativas, apontando as referências e as definições as quais serviram de base a esse estudo, e a elaboração da sequência investigativa aplicada para análise.

O segundo capítulo contém a revisão de literatura acerca das categorias tomadas para análise, cujos dois subcapítulos resultam de pesquisas em artigos, dissertações e teses no Brasil que discutissem sobre a mesma temática, sendo elencadas as pesquisas desenvolvidas sobre as práticas epistêmicas e os movimentos epistêmicos. Durante essas pesquisas verificou-se que a maioria dos trabalhos encontrados corresponde a artigos científicos

publicados em anais de eventos e em periódicos, além de uma dissertação de mestrado e quatro teses de doutorado que discutem sobre esses aspectos.

O terceiro capítulo corresponde aos procedimentos metodológicos utilizados nesse trabalho. Este capítulo é composto por quatro subcapítulos que apresenta os objetivos dessa pesquisa, como se deu a construção da atividade investigativa aplicada, os recursos utilizados para tratar os dados obtidos, e as categorias analíticas utilizadas.

O quarto capítulo apresenta toda a análise dos dados obtidos, análise essa realizada de forma qualitativa e quantitativa. A análise apresenta as práticas epistêmicas desenvolvidas pelos alunos na atividade investigativa aplicada, as ações que o professor desenvolveu na condução da atividade, como se deu a evolução conceitual dos alunos, além dos percentuais obtidos a partir da análise quantitativa referente a cada categoria tomada para análise.

Por fim, há a apresentação das considerações finais, a respeito dos teóricos destacados para a elaboração da sequência investigativa e da caracterização das categorias, além de selecionar os pontos principais da proposta da atividade e as perspectivas investigativas de ensino e aprendizado dos alunos.

Esse trabalho vem contemplar uma proposta de estudo sobre concepções adequadas de se ensinar a natureza das ciências, englobando análises das práticas epistêmicas e as ações do professor, em uma elaboração conjunta a essas noções de categorias, de uma sequência investigativa que privilegia a produção de conhecimento por parte do aluno, desse modo, essa pesquisa e práticas atreladas à mesma vem atribuir a importância acerca do tema, contribuindo para a produção de outras sequências investigativas que trabalhem outras temáticas de ciências naturais.

## CAPÍTULO 1 – PRESSUPOSTOS TEÓRICOS

### 1.1 Práticas epistêmicas

Os estudos inseridos na linha epistemológica da educação em ciências vêm defendendo que o ensino de ciências deve proporcionar aos alunos a compreensão a respeito da natureza científica e do saber da ciência, relacionando tais compreensões com aspectos tecnológicos e sociais presentes no mundo em que vivem.

As pesquisas desenvolvidas nessa linha (KELLY; DUSCHL, 2002; SANDOVAL; REISIER, 2004; WICKMAN, 2004; KELLY, 2005; SANDOVAL, 2001; 2005; JIMÈNEZ-ALEIXANDRE *et al*, 2007) defendem que o caminho percorrido pelos cientistas ao gerar e validar conhecimentos, emerge de compromissos epistemológicos para tal conhecimento produzido. Assim, aprender ciências requer uma aprendizagem epistêmica, a qual presume um processo em que os alunos, a partir de movimentos argumentativos, produzam e validam os conhecimentos nas investigações escolares.

Toda essa discussão tem levado a diferentes propostas de ferramentas analíticas que visam estudar o movimento epistêmico dos alunos, sendo considerável destacar que à medida que esses adquirem conhecimento científico, estejam também se apropriando de práticas discursivas de uma comunidade científica, as quais auxiliam no desenrolar das investigações escolares.

Tais ferramentas analíticas presentes nas pesquisas atuais sobre aspectos epistêmicos na Educação em Ciências (SANDOVAL *et al*, 2000; KELLY; DUSCHL, 2002; KELLY; TAKAO, 2002; SANDOVAL; MORRISON 2003; SANDOVAL; REISIER, 2004; WICKMAN, 2004; KELLY, 2005) além de favorecer uma visualização do movimento epistêmico no discurso/ação dos alunos ao longo de suas investigações, aliam-se a situações no plano da aula que promovam ao aluno aspectos epistêmicos fundamentais da natureza científica.

Kelly e Duschl (2002) apresentam o conceito de práticas epistêmicas baseados em estudos da Filosofia, Sociologia e Antropologia da Ciência, como formas específicas em que membros de uma comunidade científica, entendem, justificam, avaliam e validam os conhecimentos desenvolvidos. Os autores segmentam as práticas epistêmicas na ciência em três partes: *representar dados, persuadir os pares e observar de um particular ponto de vista*. Dessa maneira, entende-se que as práticas expressadas pelos cientistas na legitimação do conhecimento podem ser devidamente adequadas para os alunos quando, em meio a

investigações escolares, os mesmos adquirirem uma percepção acerca da natureza da ciência tendo incorporado aspectos fundamentais que ancoram as investigações científicas reais.

Nessa perspectiva, Kelly (2005) define as práticas epistêmicas como atividades sociais de produção, comunicação e avaliação do conhecimento. Para alcançar essa conclusão, o autor parte do conceito no qual epistemologia é o estudo do conhecimento, defendendo que o seu trabalho se preocupa com as formas com que o conhecimento é construído e justificado para uma determinada comunidade, comunidade essa que justifica conhecimento através de práticas sociais.

Para ele, a prática social é constituída por um conjunto padronizado de ações tipicamente realizadas pelos membros de um grupo, que são baseadas em objetivos e expectativas comuns, valores culturais comuns, ferramentas e significados. Quando esses padrões em ações são voltados para o conhecimento, este pode ser rotulado epistêmico (KELLY, 2005, p. 02).

Percebe-se em Sandoval (2001), o quão o estudo das práticas epistêmicas se faz presente no contexto de ensino de ciências, o autor discute sobre práticas epistêmicas definindo-as como atividades cognitivas e discursivas nas quais os alunos se engajam para desenvolver sua compreensão epistemológica. Para Sandoval e Morrison (2003), os estudantes são levados a uma melhor compreensão das epistemologias e intenções da ciência ao envolver as práticas, como relacionar teorias às evidências, avaliar hipóteses alternativas e explicações, dentre outras.

Sandoval (2005) introduz o conceito de epistemologia prática referente às ideias epistemológicas que os alunos aplicam para a sua própria construção do conhecimento científico ao longo de suas investigações. Esse conceito é introduzido a fim da defesa que os estudos nessa linha da aprendizagem epistêmica devem construir, ligado a uma ponte entre as epistemologias práticas e as formais (crenças dos estudantes sobre a ciência profissional ou formal). Assim, os alunos desenvolvem suas investigações, gerando e validando o conhecimento científico, além de ficar a posse do entendimento acerca da natureza da ciência.

Na discussão da proposta analítica do Projeto Rais, Onnément, Débat, Argumentation (RODA), que tem por objetivo geral estudar os padrões de argumentação dos alunos em relação com a aprendizagem de ciências e com o saber ensinado, Jimenez-Aleixandre e Bustamante (2007) consideram a noção de prática epistêmica apresentada em Kelly e Duschl (2002) e Sandoval (2001), para afirmar que as práticas epistêmicas relacionam-se com práticas sociais em intrínseca relação com o saber.



Dessa maneira, foi elaborado um conjunto de práticas epistêmicas, as quais os alunos podem desenvolver no decorrer do processo de construção do conhecimento científico, nas investigações escolares. Essas práticas epistêmicas estão associadas com as atividades sociais de produção, comunicação e avaliação do conhecimento apresentadas em Kelly (2005). No quadro a seguir, são apresentadas as relações entre as instâncias sociais e epistêmicas:

<b>Prática social em relação com o saber</b>	<b>Práticas epistêmicas</b>	<b>Práticas epistêmicas (específicas)</b>
<b>Produção</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Articulação dos próprios saberes</li> <li>- Dando sentido aos padrões de dados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Monitorando o progresso</li> <li>- Performando investigações</li> <li>- Usando conceitos para planejar e performer ações (por exemplo, no laboratório)</li> <li>- Articulando conhecimento técnico e conceitual</li> <li>- Construindo significados</li> <li>- Considerando diferentes fontes de dados</li> <li>- Construindo dados</li> </ul>
<b>Comunicação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Interpretar e construir as representações</li> <li>- Produzir relações</li> <li>- Persuadir os outros membros da comunidade</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Relacionando diferentes linguagens: observacional, representacional, teórica</li> <li>- Transformando dados</li> <li>- Aprendendo a escrever no gênero informativo</li> <li>- Apresentando suas próprias ideias e enfatizando pontos chave</li> <li>- Negociando explicações</li> </ul>
<b>Avaliação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Coordenar teoria e evidência (argumentação)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Distinguindo conclusões de evidências</li> <li>- Usando dados para avaliação de teorias</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Usando conceitos para interpretação dos dados</li> <li>- Olhando dados de diferentes perspectivas</li> <li>- Recorrendo à consistência com outros conhecimentos</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Contrastar as conclusões (próprias ou alheias, com as evidências, avaliar a plausibilidade)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Justificando as próprias conclusões</li> <li>- Criticando declarações de outros</li> <li>- Usando conceitos para configurar anomalias</li> </ul>

Quadro 1: Práticas epistêmicas apresentadas por Jimènez-Aleixandre e Bustamante (2007).

Entende-se que as práticas epistêmicas envolvidas na instância social de produção do conhecimento correspondem ao discurso apresentado pelos alunos, quando articulam os próprios saberes e trabalham com diferentes padrões de dados. Essa relação é realizada utilizando-se de conceitos e concepções anteriores, para planejar e executar algumas ações, e coletar os dados verificados.

Ao se tratar da dimensão de comunicação, percebe-se que os alunos estão interpretando e construindo representações, a partir dos dados obtidos, dessa forma busca-se convencer outros membros da comunidade, negociando explicações para os fenômenos observados. Já na instância de avaliação, os alunos coordenam teoria e evidências a fim de argumentar sobre as decisões tomadas, além de contrastar essas conclusões com as evidências, avaliando a plausibilidade desse processo de ensino-aprendizagem.

## 1.2 Atividades investigativas

O estudo das práticas epistêmicas no ensino de ciências não está atrelado a formas específicas de aulas, mas para uma melhor visualização e caracterização de tais práticas, os alunos devem estar diante de atividades que permitam uma negociação entre eles, para produzirem dados e dar sentido a atividades que possibilitem aos alunos a elaboração em grupos de conhecimentos que reflitam sua legitimidade.

Dessa maneira, as atividades de cunho investigativas tornam-se instrumento favorável para o surgimento das práticas epistêmicas por parte dos alunos, além de melhor favorecer a construção do conhecimento científico. Assim, para análise das categorias epistêmicas no ensino de ciências, verifica-se que as atividades investigativas vêm também sendo objetos de algumas linhas de pesquisa.

A investigação científica pode ser definida “como um processo de fazer e responder questões e de gerar dados por meio de observações sistemáticas ou experimentação” (ARAÚJO, 2008, p.32) que possibilitam “o aprimoramento do raciocínio e das habilidades cognitivas dos alunos, e também a cooperação entre eles, além de possibilitar que compreendam a natureza do trabalho científico” (ZÔMPERO; LABURÚ, 2011, p.68). Com isso, os alunos ficam ativos na construção do conhecimento científico estudado.

O termo atividade investigativa, foi utilizado por Sandoval (2005) para se referir a qualquer conjunto de atividades que os estudantes desenvolvem em torno de alguma questão. Silva (2008) cita que, o termo atividade investigativa tem sido usado amplamente para designar o processo pelo qual os estudantes elaboram questões, planejam e executam estratégias para responder tais questões, obtêm e analisam os dados e, por fim, elaboram e comunicam as conclusões obtidas.

Sasseron e Carvalho (2008) propõem que as sequências de ensino de evidência investigativas sejam favoráveis aos alunos ampliarem sua cultura científica a partir do trabalho científico conduzido pelo professor. Carvalho (2013) registra que, as sequências de atividades investigativas proporcionam aos alunos:

[...] condições de trazer seus conhecimentos prévios para iniciar os novos, terem ideias próprias e poder discuti-las com seus colegas e com o professor passando do conhecimento espontâneo ao científico e adquirindo condições de entenderem conhecimentos já estruturados por gerações anteriores. (CARVALHO, 2013, p. 9)

Carvalho (2013) também afirma que, uma sequência de ensino investigativa deve iniciar por um problema contextualizado, no qual os alunos possam pensar e trabalhar com variáveis do fenômeno científico a ser estudado. Depois do problema e de sua resolução, é necessária uma atividade de sistematização, que corresponda a um texto escrito, cujo objetivo está em favorecer a reflexão dos alunos a relacionarem com o problema inicial. E por fim, uma sequência de ensino investigativa, bem elaborada, precisa de uma atividade que contextualize o conhecimento adquirido com o dia a dia dos alunos, para que os mesmos saibam da importância da aplicação do conhecimento construído. Nessa mesma perspectiva, Sasseron (2013) aponta que:

[...] toda investigação científica envolve um problema, o trabalho com dados, informações e conhecimentos já existentes, o levantamento e o teste de hipóteses, o reconhecimento de variáveis e o controle destas, o estabelecimento de relações entre as informações e a construção de uma explicação. (SASSERON, 2013, p.43)

A investigação científica deve ser planejada pensando nos materiais a utilizar, nos conhecimentos prévios dos alunos, e no gerenciamento da aula pelo professor. Para os conhecimentos científicos serem atingidos durante a investigação científica, Sasseron (2013) registra a necessidade das interações discursivas nas aulas, interações essas promovidas pelo professor a fim de alfabetizar cientificamente os alunos.

Tanto a investigação científica, quanto a interação discursiva estão atreladas a argumentação, definida por Sasseron (2013) como todo processo que resulta em uma conclusão, a partir de um argumento. Para a autora “promover a argumentação em sala de aula permite que os alunos tenham contato tanto com os conteúdos científicos como com o fazer ciências e as relações que esses saberes têm a sociedade e o meio ambiente”. (SASSERON, 2013, p. 47).

### **1.3 Ações do professor**

Para a inserção das atividades investigativas no ensino de ciências e o estudo das práticas epistêmicas é de fundamental importância a participação do professor. Este deve estar bem capacitado, pois não terá papel apenas de transmissor de conhecimento, mas sim de orientador nos problemas propostos para e pelos alunos (GOUW *et al*, 2013). Assim, mediante os enunciados que surjam no desenvolvimento de tais atividades, o professor deve possuir estratégias que façam a ligação entre os movimentos interativos e discursivos entre o mediador e seus alunos (SILVA; MORTIMER, 2009).

As ações do professor estão enquadradas em duas dimensões de categorias analíticas: a interatividade, que corresponde às abordagens comunicativas e intenções do professor; e a epistemológica, que se refere aos movimentos epistemológicos. Os usos dessas categorias objetivam caracterizar as ações do professor ao decorrer das aulas de ciências, assunto este que será discutido a seguir.

### 1.3.1 Abordagens comunicativas

Mortimer e Scott (2002) discutem acerca das abordagens comunicativas do professor, como sendo o eixo central na estrutura analítica do discurso do professor na sala de aula de ciências, pois corresponde a análise de como o professor fornece subsídios para explorar o ponto de vista do aluno, seja em interação ou não com ele. Os autores identificaram quatro classes de abordagens comunicativas no discurso do professor com o aluno, a partir de duas dimensões: dialógico ou de autoridade; e interativo ou não-interativo.

Em situações que o professor considera determinadas colocações feitas pelos alunos, a partir dos seus próprios pontos de vista, diz-se que a sua abordagem comunicativa é dialógica. Por outro lado, quando o professor leva em consideração apenas colocações oriundas do discurso científico estudado, esta abordagem comunicativa é de autoridade. Sobre a quantidade de pessoas no discurso de uma aula de ciências, Mortimer e Scott (2002) define que como há apenas uma pessoa participando do discurso, este é considerado não-interativo; já quando há a participação de mais de uma pessoa, este é interativo. Dessa maneira, as quatro classes de abordagens comunicativas são categorizadas e definidas pelos autores da seguinte forma:

- **Interativo/dialógico:** professor e estudantes exploram ideias, formulam perguntas autênticas e oferecem, consideram e trabalham diferentes pontos de vista.
- **Não-interativo/dialógico:** professor reconsidera, na sua fala, vários pontos de vista, destacando similaridades e diferenças.
- **Interativo/de autoridade:** professor, geralmente, conduz os estudantes por meio de uma sequência de perguntas e respostas, com o objetivo de chegar a um ponto de vista específico.
- **Não-interativo/ de autoridade:** professor apresenta um ponto de vista específico.

### 1.3.2 Intenções do professor

Ancorado nos princípios da teoria Vygotskyana, Mortimer e Scott (2002) discutem sobre as intenções que o professor desenvolve ao longo de uma sequência de ensino. “As intenções do professor correspondem à metas que se encontram presentes no momento da elaboração do seu roteiro e seleção de atividades, e que, portanto, determinarão, até certo ponto, sua performance no plano social da sala de aula” (SILVA, 2008, p. 76). A caracterização dessas intenções está exposta no quadro a seguir, é importante salientar que, “essa caracterização é geral e não exaustiva, e resulta de um acúmulo de observações

empíricas de salas de aula interpretadas à luz da teoria sociocultural” (AMARAL; MORTIMER, 2011, p. 246).

<b>Intenções do professor</b>	<b>Foco</b>
<b>Criando um problema</b>	Engajar os estudantes, intelectual e emocionalmente, no desenvolvimento inicial da ‘estória científica’.
<b>Explorando a visão dos estudantes</b>	Elicitar e explorar as visões e entendimentos dos estudantes sobre ideias e fenômenos específicos.
<b>Introduzindo e desenvolvendo a ‘estória científica’</b>	Disponibilizar as ideias científicas (incluindo temas conceituais, epistemológicos, tecnológicos e ambientais) no plano social da sala de aula.
<b>Guiando os estudantes no trabalho com as ideias científicas, e dando suporte ao processo de internalização</b>	Dar oportunidades aos estudantes de falar e pensar com as novas ideias científicas, em pequenos grupos e por meio de atividades com toda a classe. Ao mesmo tempo, dar suporte aos estudantes para produzirem significados individuais, internalizando essas ideias.
<b>Guiando os estudantes na aplicação das ideias científicas e na expansão de seu uso, transferindo progressivamente para eles o controle e responsabilidade por esse uso</b>	Dar suporte aos estudantes para aplicar as ideias científicas ensinadas a uma variedade de contextos e transferir aos estudantes controle e responsabilidade (Wood et al, 1976) pelo uso dessas ideias.
<b>Mantendo a narrativa: sustentando o desenvolvimento da ‘estória científica’</b>	Prover comentários sobre o desenrolar da ‘estória científica’, de modo a ajudar os estudantes a seguir seu desenvolvimento e a entender suas relações com o currículo de ciências como um todo.

Quadro 2: Intenções do professor apresentadas por Mortimer e Scott (2002).

### 1.3.3 Movimentos epistêmicos

Para análise do discurso dos alunos, ao longo de sequências investigativas de ensino, é necessário expor a importância da condução do professor no processo de construção e justificação dos saberes. Com base no conceito de epistemologia prática, Lidar, Lundqvist e Östman (2005) introduzem o conceito de *epistemic moves* (movimentos epistemológicos),

que corresponde as formas pelas quais o professor dá as direções para os estudantes sobre quais conhecimentos são relevantes e as formas apropriadas de adquiri-los.

Dessa forma, analisa-se o discurso do professor, considerando que o mesmo ao interagir com os alunos desenvolve ações práticas ou conversacionais que podem ser tratadas como epistemológicas. Lidar, Lundqvist e Östman (2005) apresentaram tais movimentos epistemológicos, representados no quadro abaixo:

<b>Movimento epistemológico</b>	<b>Descrição</b>
<b>Confirmação</b>	Confirma que os estudantes estão reconhecendo o fenômeno correto ou estão fazendo a válida experiência, concordando com o que os estudantes dizem ou fazem.
<b>Re-construção</b>	Faz com que os estudantes prestem atenção para fatos que eles já observaram, mas não perceberam como válido.
<b>Instrucional</b>	Dá aos estudantes uma direta e concreta instrução sobre como eles devem agir.
<b>Gerativo</b>	Capacita os estudantes a gerar explicações. O professor sumariza o que no experimento é um fato importante a ser dada atenção.
<b>Re-orientação</b>	Demanda que os estudantes tomem outra orientação que não aquela que eles iniciaram

Quadro 3: Movimentos epistemológicos apresentados por Lidar, Lundqvist e Östman (2005).

Inspirada nessas categorias, Silva (2011) elaborou um conjunto de movimentos epistêmicos, voltado a analisar o discurso dos professores, relacionando-o com a epistemologia prática dos estudantes, ou seja, as formas como estes consideram, em suas práticas, o que vale como conhecimento e meios relevantes de se obter tais conhecimentos. Abaixo, os movimentos epistemológicos definidos por Silva (2011):

<b>Movimento epistemológico</b>	<b>Descrição</b>
<b>Elaboração</b>	Ações do professor no sentido de possibilitar aos alunos, em geral através de questionamentos, construir um olhar inicial sobre o fenômeno.
<b>Reelaboração</b>	Ações do professor no sentido de instigar os alunos, por questionamentos ou breves afirmações, a observarem aspectos desconsiderados

	inicialmente, ou a trazerem à tona novas ideias, favorecendo uma modificação ou problematização do pensamento inicial.
<b>Instrução</b>	Ocorre quando o professor apresenta novas informações para os alunos.
<b>Confirmação</b>	Ocorre quando o professor concorda com as ideias dos alunos e/ou permite que eles executem determinados procedimentos planejados.
<b>Correção</b>	Ocorre quando o professor corrige explicitamente as afirmações e procedimentos dos alunos.
<b>Síntese</b>	Ocorre quando o professor explicita as principais ideias alcançadas pelos alunos.

Quadro 4: Movimentos epistêmicos apresentados por Silva (2011).

Em Borges *et al* (2014), foi acrescentado outra categorização:

<b>Compreensão</b>	Ocorre quando o professor busca compreender através de questionamentos e breves afirmações determinados procedimentos e ideias desenvolvidos pelos alunos.
--------------------	--

Quadro 5: Movimento epistêmico acrescentado por Borges (2014).



## CAPÍTULO 2 – REVISÃO DE LITERATURA

A revisão literária das pesquisas realizadas tem como base o referencial teórico que destaque as pesquisas e análises sobre práticas epistêmicas e movimentos epistêmicos, assim serão apresentados trabalhos analisados que favoreceram no desenvolvimento dessa temática, e por apresentarem resultados que podem ser discutíveis em paralelo com esta pesquisa.

### 2.1 As pesquisas sobre práticas epistêmicas

Nas pesquisas sobre práticas epistêmicas, Mortimer *et al* (2007) faz uma análise do discurso de alunos do terceiro ano do ensino médio no decorrer de três aulas de uma sequência de ensino sobre evolução. A pesquisa desenvolvida contém questões de raciocínio profundo (*deep reasoning questions*) e possui como foco o diálogo que os estudantes expressam com o conteúdo temático estudado.

As práticas epistêmicas dos estudantes surgiram no trabalho como uma categoria que auxiliasse no entendimento dos autores sobre a dialogicidade embutida nas questões, “na medida que elas evidenciam processos de construção do conhecimento pelos estudantes” (MORTIMER *et al*, 2007, p. 2). Os autores utilizaram do quadro proposto por Jiménez-Aleixandre e Bustamante (2007) para categorizar as práticas epistêmicas desenvolvidas pelos alunos, sendo que os resultados apontaram que as práticas epistêmicas observadas correspondiam “ao processo de construção do conhecimento e outras aos processos sociais de avaliação do conhecimento” (MORTIMER *et al* 2007, p. 7). Verifica-se, então, que o trabalho não era destinado exclusivamente à análise das práticas epistêmicas, mas foram explicitadas para acrescentar mais categorias na análise do discurso dos alunos.

Em sua tese, Silva (2008) estudou sobre as estratégias enunciativas demonstradas por professores em aulas de química, ou seja, o foco de sua pesquisa foi a ação dos professores ao longo de uma sequência didática do ensino de química. Porém, o conceito de práticas epistêmicas foi tomado a fim de verificar como essas estratégias contribuíam para os envolvimento dos alunos com o aprendizado em ciências.

Por mais que não tenha se aprofundado no estudo das práticas epistêmicas, esse trabalho apresentou o quanto as atividades investigativas proporcionam nos estudantes um maior envolvimento com as práticas. Constatou-se que, a estrutura das atividades bem como as atividades propostas pelos professores, abriram espaços para que as instâncias sociais de produção, comunicação e avaliação do conhecimento pudessem ser observadas nos alunos.

Na dissertação de Araújo (2008) detecta-se o estudo das práticas epistêmicas emergentes no discurso dos alunos do 2º ano do ensino médio durante a realização de atividades práticas inseridas no ensino de química, a fim de entender como é produzido o conhecimento nas aulas de ciências. Juntamente com a análise das práticas epistêmicas, o trabalho traz a preocupação com os usos dos tipos de textos e gêneros do discurso científico escolar pelos alunos em atividades experimentais, além de ser verificado como o tempo é utilizado, por professores e alunos, durante as aulas experimentais.

A categorização das práticas epistêmicas utilizada na análise foi baseada na estrutura proposta por Jiménez-Aleixandre, Mortimer, Silva e Diaz (2008), porém Araújo (2008) sentiu necessidade de introduzir novas práticas epistêmicas, principalmente nas categorias de comunicação, nas quais acrescentou vários tipos de textos que correspondem às operações de textualização observadas nos discursos dos alunos. Além disso, extingue a separação entre práticas epistêmicas gerais e específicas propostas por Jiménez-Aleixandre e Bustamante (2007), deixando apenas uma lista de práticas epistêmicas. Eis a categorização das práticas epistêmicas proposta por Araújo (2008):

<b>ATIVIDADES RELACIONADAS CONHECIMENTO</b>	<b>SOCIAIS AO</b>	<b>PRÁTICAS EPISTÊMICAS</b>
<b>Produção do conhecimento</b>		1. Problematizando 2. Elaborando hipóteses 3. Planejando investigação 4. Construindo dados 5. Utilizando conceitos para interpretar dados 6. Articulando conhecimento observacional e conceitual 7. Lidando com situação anômala ou problemática 8. Considerando diferentes fontes de dados 9. Checando entendimento 10. Concluindo
<b>Comunicação do conhecimento</b>		1. Argumentando 2. Narrando 3. Descrevendo

	4. Explicando 5. Classificando 6. Exemplificando 7. Definindo 8. Generalizando 9. Apresentando ideias (opiniões) próprias 10. Negociando explicações 11. Usando linguagem representacional 12. Usando analogias e metáforas
<b>Avaliação do conhecimento</b>	1. Complementando ideias 2. Contrapondo ideias 3. Criticando outras declarações 4. Usando dados para avaliar teorias 5. Avaliando a consistência dos dados

Quadro 6: Práticas epistêmicas segregadas por Araújo (2008).

Desse modo, a análise das aulas foi feita, sendo categorizado cada episódio de discurso dos alunos a partir desse quadro. Araújo (2008) constatou uma predominância das práticas epistêmicas relacionadas à produção do conhecimento, porém percebeu que “os diversos grupos de categorias epistêmicas – produção, comunicação e avaliação do conhecimento – ocorrem no discurso de forma bastante sobreposta, principalmente a prática de comunicação às outras duas” (ARAÚJO, 2008, p.129); ainda prossegue justificando que “enquanto nos comunicamos, estamos produzindo conhecimento, bem quando avaliamos os conhecimentos disponibilizados” (ARAÚJO, 2008, p.129).

Então, considera esse fato, para propor um processo de validação dos dados referentes às práticas epistêmicas por outros pesquisadores que venham a discuti-las, afirmando que “utilizar um grupo de pesquisadores para dar confiabilidade aos dados, nos parece uma pesquisa bastante promissora” (ARAÚJO, 2008, p.131). No mais, Araújo (2008) expõe a relevância que esse estudo tem para o ensino de ciências, pois utilizar práticas oriundas do fazer científico favorece a importância da aprendizagem de ciências dos estudantes. A autora ainda desenvolveu dois artigos, publicado em anais de eventos, e que apontam resultados dessa pesquisa (ARAÚJO; MORTIMER, 2009; ARAÚJO; MORTIMER, 2012).

O trabalho de Lima-Tavares (2009) discute a respeito das ações que permeavam o discurso dos alunos quando envolvidos em processos de aprendizagem de ciências, cujo foco

principal da tese baseia-se na argumentação dos alunos em aulas de ciências. Para isso, é feita uma análise de diversos aspectos relacionados ao discurso dos alunos, dentre esses, a autora cita as práticas epistêmicas.

Como esse trabalho aprofunda a discussão inicial do artigo de Mortimer *et al* (2007), a discussão foi realizada em cima das questões levantadas sobre evolução numa turma de terceiro ano do ensino médio. As práticas epistêmicas dos estudantes foram verificadas quando os mesmos “faziam afirmações e perguntas que interferiam na dinâmica das aulas” (LIMA-TAVARES, 2009, p. 47) e apresentavam justificativas durante todo o processo de argumentação acerca dos conceitos evolutivos estudados.

Para categorizar as práticas epistêmicas verificadas, Lima-Tavares (2009) baseou-se nas categorias desenvolvidas por Araujo (2008), fazendo algumas modificações que acreditava serem necessárias. A análise das aulas fez a autora levantar um questionamento a ser discutido em trabalhos futuros, que se refere às instâncias sociais de produção, comunicação e avaliação do conhecimento: “No discurso dos alunos em sala de aula, há uma separação entre as práticas epistêmicas de produção e avaliação da prática epistêmica de comunicação ou a prática de comunicação do conhecimento permeia todas as outras práticas epistêmicas?” (LIMA-TAVARES, 2009, p.250).

Essa pergunta é feita mediante o fato da autora considerar que as práticas referentes a instância de comunicação do conhecimento são gerais, podendo aparecer também nas práticas de produção e avaliação do conhecimento, havendo assim uma sobreposição de categorias (fato também levantado por Araújo (2008)). Em suma, para Lima-Tavares (2009), as práticas epistêmicas tornam-se importantes nos processos de construção do conhecimento científico, graças aos momentos de argumentação que os alunos desenvolvem, seja por meio de afirmações ou de questões propostas, facilitando assim a compreensão do conhecimento.

Em outra tese, de Silva (2011), busca analisar as práticas epistêmicas desenvolvidas por alunos de uma disciplina do curso de ciências biológicas de uma instituição federal, que tem como objetivo proporcionar aulas investigativas no curso de formação de cientistas. Ao discorrer seus resultados, o autor incentiva que os próximos estudos referentes à análise de práticas epistêmicas no ensino de ciências, dediquem-se a situações de ensino de cunho investigativo, já que na sua pesquisa foi verificado que a análise das práticas epistêmicas foi favorecida por ter envolvido os alunos em projetos de investigação. Sobre as pesquisas desenvolvidas até então, Silva (2011) entende que:

[...] ainda que tivessem conclusões importantes para entender dimensões do aprendizado epistêmico inerentes às aulas práticas e às situações

argumentativas, carregam as contradições de um processo de utilização de um construto que não foi desenvolvido para analisar ambientes de aprendizagem cuja dinâmica e estrutura se diferenciam daqueles que promovem atividades investigativas. (SILVA 2011, p.66)

Nos trabalhos de Araújo (2008) e Lima-Tavares (2009) verificou-se o problema da sobreposição das instâncias sociais de produção, comunicação e avaliação do conhecimento nas respectivas análises dos trabalhos. Silva (2011), na tentativa de sanar o problema, caracteriza as práticas epistêmicas da sua análise a partir das operações epistêmicas identificadas na tese de Silva (2008) como as ações desenvolvidas por professor no consenso da sala de aula.

O novo modelo de caracterizar as práticas epistêmicas, proposto por Silva (2011), defende que as ações de produção e comunicação do conhecimento científico são realizadas por meio das operações epistêmicas.

As operações epistêmicas seriam consideradas como meios que são utilizados pelos sujeitos para alcançar o objetivo de uma ação de construção do conhecimento científico. Elas podem ser evidenciadas pela análise dos atos e das interações discursivas dos sujeitos. (SILVA, 2011, p. 108)

No levantamento bibliográfico, se destaca mais alguns artigos produzidos pelo autor dessa tese (SILVA, 2009; SILVA; MORTIMER, 2010; SILVA; MORTIMER, 2011; SILVA; MORTIMER, 2013). O artigo de Silva (2009) apresenta os referenciais teóricos tomados para a pesquisa a qual desenvolvia e que gerou a tese já analisada. Associado a sua tese, em Silva (2010) e Silva e Mortimer (2011) há resultados preliminares que fundamentaram a sua dissertação. Silva e Mortimer (2013) ainda desenvolve um trabalho, apresentando o desenvolvimento de práticas e operações epistêmicas numa atividade de investigação científica tomando como base a Teoria da Atividade apresentada em Leontiev (2004) e Engestrom (1987).

Também se encontra artigos elaborados por componentes do Grupo de Pesquisa em Práticas Educativas e Aprendizagem na Educação Básica (GPEA), liderado pela Professora Doutora Adjane da Costa Tourinho e Silva. Os trabalhos de Silva (2011), Silva *et al* (2012), Nascimento *et al* (2012) e França *et al* (2012) compartilham da mesma essência: analisar e caracterizar as práticas epistêmicas desenvolvidas por alunos em atividades investigativas de ciências, relacionando-as com as ações tomadas pelos professores na condução dessas atividades.

As estratégias tomadas foram denominadas de movimentos epistêmicos, baseados em algumas categorias propostas por Lidar, Lundquist e Östman (2005); e as práticas epistêmicas foram baseadas nas de Jiménez-Aleixandre (2007). Verifica-se no trabalho de

Silva (2011) “que as intervenções da professora no grupo de alunos analisado foram fundamentais para a emergência das práticas verificadas” (SILVA, 2011, p.12). Já Nascimento *et al* (2012) destacou o fato de na sua análise, as práticas epistêmicas inseridas na instância de produção do conhecimento, terem sobressaído as outras instâncias justificando o fato mediante de que a atividade desenvolvida promoveu “constantes discussões sobre dados obtidos e outros já conhecidos a fim da produção do conceito exigido” (NASCIMENTO *et al*, 2012, p.14).

Os trabalhos mais recentes desenvolvidos pelos integrantes do GPEA sobre as práticas epistêmicas apresentam uma discussão sobre a importância das atividades investigativas que favorecem o surgimento e desenvolvimento das práticas pelos estudantes (NASCIMENTO *et al* 2013); e outra discussão sobre a construção e justificação dos saberes produzidos pelos alunos acerca da natureza da ciência, desenvolvendo práticas epistêmicas (FREIRE *et al* 2013).

O que se observa nesses trabalhos mais recentes é a intenção dos autores em oferecer um padrão as categorizações das práticas epistêmicas, pois os mesmos baseiam-se nas propostas de Jiménez-Aleixandre e Bustamante (2007), e Araújo (2008), mas também elaboram suas próprias categorias a fim de justificar situações observadas que nas outras pesquisas não encontrariam definição. Dessa maneira, o quadro de práticas epistêmicas, que ainda está em estudo, foi apresentado por Nascimento *et al* (2013), sendo cada prática epistêmica justificada e exemplificada.

<b>Produção do conhecimento</b>	<b>Comunicação do conhecimento</b>	<b>Avaliação do conhecimento</b>
Apresentando hipóteses; Articulado conhecimento observacional e conceitual; Concluindo; Considerando conceitos para elaborar hipóteses; Construindo dados; Construindo significados; Ordenando dados; Performando investigações; Usando conceitos para	Alcançando generalizações; Negociando explicações; Relacionando diferentes linguagens; Transformando dados.	Avaliando a consistência da informação; Avaliando a plausibilidades das hipóteses; Justificando as próprias conclusões; Usando conceitos para avaliação de conclusões; Usando conceitos para interpretação dos dados; Usando dados para avaliação

planejar e performar ações.		de conclusões.
-----------------------------	--	----------------

Quadro 7: Práticas epistêmicas verificadas em Nascimento *et al* (2013).

## 2.2 As pesquisas sobre movimentos epistêmicos

Em relação a pesquisas sobre movimentos epistêmicos, Silva (2011) discute a relação entre os movimentos epistêmicos de uma professora numa atividade investigativa envolvendo o conceito empírico de reação química com as práticas epistêmicas desenvolvidas por um grupo de alunos ao longo da mesma.

A autora observa que, os movimentos epistêmicos aparentes desenvolvidos ao longo da atividade além de favorecerem o surgimento das práticas epistêmicas, contribuem com o processo de evolução conceitual dos alunos. Também é observada em Silva (2011), a relação de cada movimento epistêmico com as abordagens comunicativas propostas em Mortimer e Scott (2002):

Relacionando esses movimentos epistêmicos com as classes de abordagem comunicativa, chegamos à seguinte percepção: O movimento de elaboração alia-se a uma abordagem essencialmente dialógica, em que grande espaço é dado para os alunos exporem seus pontos de vista. O movimento de reelaboração alia-se a uma abordagem dialógica, porém marcada por nuances de autoridade que, gradativamente, podem tornar-se mais fortes. [...] Os movimentos de instrução, confirmação e correção, por sua vez, aliam-se a abordagens de autoridade, as quais oferecem pouco ou mesmo nenhum espaço para que os alunos exponham seus pontos de vista. (SILVA, 2011, p. 8)

Outras pesquisas (SILVA *et al*, 2012; FRANÇA *et al*, 2012; NASCIMENTO *et al*, 2012; BORGES, 2014) mantiveram a mesma intenção de relacionar os movimentos epistêmicos do professor na condução de atividades investigativas com as práticas epistêmicas dos estudantes.

Silva *et al* (2012) destaca, em seu trabalho, que as práticas epistêmicas mais aparentes, foram em função dos movimentos epistêmicos de elaboração e reelaboração. Na atividade analisada que envolveu “dilatação e flutuação de objetos”, Nascimento *et al* (2012) registraram que o movimento epistêmico de reelaboração foi o mais verificado na prática, mediante “a quantidade de vezes que os professores precisaram incitar aos alunos, para eles avançarem conceitualmente em paralelo a adoção de determinadas práticas epistêmicas” (NASCIMENTO *et al*, 2012, pg.).

Já Borges *et al* (2014) acrescentou uma categoria na análise dos movimentos epistêmicos, a compreensão que está ligada a episódios da sequência de ensino em que o

professor busca compreender o ponto de vista dos alunos, atrelado a abordagem comunicativa dialógica.

Valle (2013), em seu trabalho, caracteriza os movimentos epistêmicos ao longo de uma sequência didática envolvendo ecologia, cuja problemática apresentada parte da descrição de um experimento hipotético envolvendo cracas em um costão rochoso no Rio de Janeiro. A análise da sequência didática foi dividida em duas partes: do início da aula até a apresentação do problema, e o excerto da aula a partir da apresentação do problema.

Os resultados apresentaram que na primeira parte da aula predominou os movimentos de elaboração e confirmação. Elaboração, devido à professora analisada auxiliar os alunos, na maioria das vezes a partir de questionamentos, a ter o olhar inicial acerca do fenômeno verificado; e confirmação, mediante as concordâncias dadas pela professora às observações, ideias, explicações e ações dos alunos. Valle (2013) caracteriza essa aula fora dos padrões expositivos e com foco no professor:

A importância desse tipo de sequência de movimentos epistêmicos desenvolvidos pela professora se pauta no fato de que a mesma não se restringe em fornecer os dados e informações aos alunos, o que faria dessa aula uma aula expositiva e centralizada na fala da professora. Ao executar os movimentos de elaboração e confirmação, a professora permite que os alunos possam verificar se estão acompanhando as instruções, podendo servir também como uma ferramenta de avaliação para a professora. (VALLE, 2013, p. 1683)

Valle (2013) ainda aponta uma relação cíclica no surgimento dos movimentos epistêmicos ao longo da primeira parte dessa sequência:

A professora realiza movimentos epistêmicos de elaboração – confirmação, e caso a resposta seja correta e suficiente, passa a uma nova elaboração. Caso contrário, ocorre a sequência elaboração – reelaboração – confirmação, em que a professora requisita que os alunos refaçam suas explicações e, caso estejam corretas, há o movimento de confirmação para poder dar continuidade a aula. Ao final de uma sequência de movimentos de elaboração – confirmação, em que fatores são elencados pelos alunos em relação a um determinado conceito, a professora faz o movimento epistêmico de síntese para mudar para outro conceito. (VALLE, 2013, p. 1683)

Na segunda parte da sequência didática analisada por Valle (2013), os alunos tinham apenas que discutir e resolver o problema apresentado. Neste caso, houve a predominância do movimento epistêmico de instrução, já que “as ações da professora compreenderam orientações pontuais em relação ao que os alunos deveriam fazer a fim de resolverem o problema em questão” (Valle 2013, p. 1684).

Assim, os resultados da pesquisa de Valle (2013) apontam um atrelamento entre as categorias de movimentos epistêmicos necessárias para que o professor conduza de forma



eficaz uma sequência didática no ensino de ciências, que favoreça o aluno a participar da construção do conhecimento científico. Em sua tese, Valle (2014) conclui que os movimentos epistêmicos são enquadrados no conceito de epistemologia prática, por relatar que as interações dos professores para com os alunos influenciam na direção do aprendizado em uma aula de ciências.

Dessa maneira, pretende-se acrescentar essa pesquisa à literatura, em uma discussão acerca de todas as ações do professor aqui apresentadas, relacionando-as as práticas epistêmicas desenvolvidas por alunos ao longo de atividades investigativas de ciências.

Uma das principais intenções é sintetizar todas as práticas epistêmicas apresentadas nesses trabalhos em apenas um quadro, que possa servir para a maioria das situações existentes no âmbito da sala de aula, além de identificar a evolução conceitual do aluno mediante as ações do professor na condução das atividades a serem analisadas, e verificar as relações existentes.

### **3 – PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

#### **3.1 Objetivos da pesquisa**

O estudo dessa pesquisa se justifica pela relevância em investigar o processo de construção, apropriação e justificação dos saberes pelos alunos ao longo de atividades que lhes permitam maior autonomia, no sentido de compreender como eles se apropriam de aspectos fundamentais do conhecimento científico e como os professores podem favorecer tal processo.

Essa justificativa aliada aos referenciais teóricos levantados especifica o objetivo geral dessa pesquisa:

- Analisar o desenvolvimento de práticas epistêmicas por estudantes do Ensino Médio ao longo de uma atividade investigativa de Física, considerando suas relações com as ações do professor na condução de tais atividades.

Para o alcance do objetivo geral, tornou-se necessário definir os seguintes objetivos específicos:

- Descrever o movimento de evolução das ideias de um grupo de estudantes ao longo de atividades investigativas de Física.
- Caracterizar as práticas epistêmicas desenvolvidas pelos estudantes ao longo de tais atividades.
- Caracterizar as ações do professor ao conduzir as atividades investigativas, em sua dimensão interativa e epistemológica.
- Estabelecer possíveis relações entre as práticas epistêmicas verificadas e as ações do professor nas dimensões interativa e epistemológica.
- Identificar as ações do professor favorecedoras ao desenvolvimento das práticas epistêmicas pelos alunos.

Essa pesquisa corresponde a um estudo de caso, por possuir forte cunho descritivo que auxilia na condução temática a um profundo alcance analítico. Além disso, a pesquisa tem um aspecto quali-quantitativo. Qualitativo, devido à preocupação na descrição e análise das ações do professor e dos alunos em interação; e quantitativo, pois, com os dados registrados será permitido verificar o peso das categorias analíticas ao longo da atividade desenvolvida.

### 3.2 A atividade investigativa

Para coleta de dados, fez-se necessário utilizar uma sequência de atividade investigativa envolvendo a disciplina Física. Dessa maneira, os dados obtidos beneficiam a discussão que pretendida, facilitando a exploração das práticas epistêmicas desenvolvidas pelos alunos e das ações tomadas pelo professor.

A atividade investigativa utilizada para análise teve que ser desenvolvida com o intuito de fornecer liberdade necessária para que os alunos pudessem, a partir do movimento argumentativo, construir uma visão acerca da natureza do conhecimento científico a ser estudado. A partir disso, foi elaborada a atividade intitulada “Investigando a dilatação térmica dos sólidos”, envolvendo o tema de dilatação térmica, conteúdo normalmente apresentado aos alunos no 2º ano do Ensino Médio. Carvalho (2013) considera que,

[...] a sequência de ensino investigativa inicia-se por um problema, experimental ou teórico, contextualizado, que introduz os alunos no tópico desejado e ofereça condições para que pensem e trabalhem com as variáveis relevantes do fenômeno científico central do conhecimento programático. (CARVALHO, 2013, p. 9)

Dessa maneira, o roteiro de atividades elaborado apresenta, em sua introdução, situações cotidianas envolvendo o conteúdo proposto. Imediatamente após as situações apresentadas, é proposta uma indagação sobre como tais situações poderiam ser explicadas.

Essa pergunta funciona como o problema inicial da atividade. Para respondê-la por meio do conteúdo de dilatação a ser desenvolvido, a atividade foi separada em cinco partes e constituída por: três experimentos, uma atividade envolvendo cálculo, um texto para debate sobre o conteúdo, e a resposta do problema inicial. É necessário enfatizar que, essa atividade foi construída ao decorrer da pesquisa, e que foi necessário utilizar experimentos e textos encontrados em livros didáticos e *sites* da internet, que, por sua vez, foram adaptados e/ou reformulados, como recurso para desenvolver toda a discussão que pretendíamos oferecer para os alunos.

A primeira parte da atividade foi composta por dois experimentos: o primeiro correspondia ao aquecimento de uma moeda que, após tal aquecimento, deveria ser posta sobre uma folha de isopor. Feito isso, os alunos teriam que colocar no espaço gerado pela moeda quente, uma moeda fria, tendo a oportunidade de verificar que esta última ocupava um espaço menor que aquele deixado pela anterior. A análise dos alunos foi orientada pelos questionamentos presentes no roteiro de atividade.

No segundo experimento, os alunos teriam que aquecer uma chave e depois tentar colocá-la em um cadeado, seguindo os cinco procedimentos elaborados e, também

respondendo as questões propostas. Ao fim dessa primeira parte, os alunos já estariam aptos a elaborar uma definição inicial de dilatação, tendo em vista a discussão desenvolvida em torno dos experimentos e as intervenções do professor junto aos grupos de alunos e, perante toda a turma.

Supondo que, os alunos já tivessem elaborado suas ideias iniciais acerca do fenômeno da dilatação de sólidos, a segunda parte da atividade foi elaborada com a intenção de introduzir um novo conceito, importante para o avanço na compreensão deste fenômeno: o coeficiente de dilatação. A percepção desse coeficiente de dilatação daria ainda aos alunos condições de perceberem que materiais diferentes apresentam diferentes capacidades de se dilatarem sob a ação do calor.

Para isso, os alunos se envolveriam no desenvolvimento de um experimento que consistia no aquecimento de um aparato que simulava uma lâmina bimetálica: uma tira feita de papel alumínio colado à outra de papel sulfite. Eles teriam que aquecer a tira formada de papel sulfite e alumínio, e seguir os demais procedimentos presentes no roteiro, em seguida, responderiam e debateriam as questões propostas.

Na parte três, prevendo que o professor já iniciaria discutindo como efetuar o cálculo do coeficiente de dilatação, é proposto um exercício para que os discentes calculassem os coeficientes de dilatação de três materiais e discutissem sobre o que o resultado encontrado pode representar.

Na quarta parte, um texto sobre as lâminas bimetálicas foi posto para que os alunos compreendessem mais sobre o funcionamento de dispositivos que deveriam ser utilizados. Os alunos seguiriam alguns questionamentos na discussão do tema. E por fim, a parte final teve por objetivo avaliar se houve compreensão do conceito discutido, respondendo as questões lançadas no início da atividade. Com isso, essa atividade faz jus aos critérios propostos por Carvalho (2013) apresentados nos referenciais teóricos.

### **3.3 Coleta e tratamento dos dados**

A atividade investigativa foi desenvolvida em forma de oficina na Jornada Esportiva Cultural e Científica do Colégio de Aplicação da Universidade Federal de Sergipe (JECCCA), sendo os inscritos nessa oficina alunos do ensino médio. A sequência foi aplicada como oficina, pois não pretendia inseri-la no cronograma das aulas regulares da escola, em função de não haver, naquele momento, compatibilidade entre o conteúdo abordado na atividade e o conteúdo a ser trabalhado nas aulas de Física. Intenta-se em avançar na incorporação de

atividades investigativas na educação básica, visto que não é comum os professores desenvolverem tais práticas em suas aulas.

A atividade foi desenvolvida no laboratório de ciências da instituição, no turno vespertino, totalizando 1 hora, 31 minutos e 10 segundos (tempo esse desconsiderando o intervalo dado em meados da atividade). Inscreveram-se quinze alunos na oficina, e estes foram distribuídos em 3 grupos, sendo um deles objeto da pesquisa das práticas epistêmicas (aqui intitulado grupo-pesquisa). É importante esclarecer que não houve processo para selecionar o grupo a ser analisado, no momento em que os alunos se dividiram, cada um foi para uma mesa, e àquele grupo que se sentou à mesa destinada ao grupo pesquisa, foi tomado para análise.

O Colégio de Aplicação da Universidade Federal de Sergipe favorece esse tipo de pesquisa, uma vez que é campo de estágio e pesquisa na universidade. Os pais dos alunos são esclarecidos com relação a esse propósito da escola. No ato da matrícula, eles assinaram termos que os deixaram cientes do possível envolvimento de seus filhos nesse tipo de pesquisa. Assim, os alunos não se intimidam com o fato de câmeras estarem gravando os mesmos, sendo isso um fator positivo para a análise.

A sequência de aulas que compôs a oficina foi gravada com a utilização de duas câmeras: uma voltada para o professor, na intenção de facilitar a análise de todas as ações do mesmo na condução da atividade; e outra voltada para o grupo de análise das práticas epistêmicas. Faz-se necessário registrar que o grupo-pesquisa foi exclusivamente analisado para a verificação das práticas epistêmicas. No que diz respeito às ações do professor, verificamos as mesmas nos momentos de interação com o grupo-pesquisa e com toda a turma.

A condução da atividade foi feita por um professor de Física da instituição, doutor em Física pela Universidade Federal de Sergipe, este foi convidado para aplicar a atividade, e para o mesmo foi enviada uma cópia da atividade elaborada para que pudesse fazer suas considerações sobre a oficina. Foi discutido com ele sobre a atividade e levamos em conta as alterações que sugeriu.

Um ponto interessante se refere à decisão de não aplicarmos a oficina, com o objetivo de centrar a visão apenas de pesquisador na análise, e não de professor, além de registrar que antes da aplicação da atividade, foi avaliado com o professor sobre como esta deveria ser desenvolvida, no sentido de proporcionar ao aluno uma autonomia nas discussões e elaboração de suas ideias. Nesse viés, considera-se esse trabalho de natureza interventiva, pois pretende fazer a análise das práticas epistêmicas dos alunos, e expor ao professor a necessidade de auxiliar para que a discussão dos alunos ocorresse naturalmente.

Para análise total da aula, foram utilizados procedimentos baseados em Mortimer *et al* (2007). Inicialmente, para a análise qualitativa da sequência foi necessário segmentá-la em um mapa de episódios. Os episódios da aula foram segmentados no mapa e divididos da seguinte forma: ordem numérica dos episódios, tempo inicial e final, sequência, descrição da sequência, momento da aula, discurso do professor ou do aluno, abordagem comunicativa, movimentos epistêmicos, intenções do professor e práticas epistêmicas.

A utilização do mapa de episódios facilita a realização da análise, por estreitar as relações entre as categorias analisadas, como se observa em Silva (2008):

O mapeamento das aulas, com a segmentação destas em episódios, nos possibilitou uma primeira aproximação dos dados, fornecendo uma visão de conjunto sobre como os episódios constituintes de cada sequência de aulas se organizavam temporalmente. Assim, por meio dos mapas, é possível localizar os episódios no contexto mais geral da sequência de aulas na qual ele tem lugar, percebendo a inter-relação entre eles. (SILVA, 2008, p. 114)

No intuito de elaborar uma análise quantitativa da sequência aplicada, foi utilizado um *software* desenvolvido pela empresa IPN-Kiel, intitulado videograph®, no qual se coloca todas as categorias e se obtém os tempos em que estas estiveram presentes na aula. Todos os dados presentes no mapa de episódios são transpostos para o videograph®, assim postos todos os dados juntamente com o vídeo da aula, é possível obter o tempo total em que cada categoria esteve presente na aula, e a sua respectiva porcentagem. Dessa maneira, o videograph® “possibilita que apareçam na tela do computador vários elementos representativos da análise de forma concomitante: o registro audiovisual da aula, as categorias informadas pelo pesquisador e uma linha do tempo” (J. C. SILVA, 2014, p.65).

### 3.4 Categorias analíticas

Por mais que o foco desse estudo seja analisar os movimentos epistêmicos dos professores e as práticas epistêmicas dos alunos, foi necessário antes caracterizar os episódios da sequência em outras categorias analíticas. A primeira categoria analisada foi o momento da aula, importante para ter conhecimento de quem está em destaque em cada episódio. Os momentos da aula foram:

- Professor dirige-se para toda a turma;
- Alunos do grupo-pesquisa interagem entre si, na ausência do professor;
- Professor interage com grupo-pesquisa.

Essa divisão inicial facilita a análise, pois indica se é o professor ou o aluno que está emitindo a fala no episódio analisado. Dessa maneira, pode categorizar separadamente as

ações do professor e as dos alunos, registrando inicialmente as categorias voltadas para as ações do professor, a primeira analisada corresponde ao tipo de discurso emitido pelo mesmo, nos momentos em que interagia com toda a turma ou quando interagia diretamente com o grupo de alunos. Essas categorias são divididas e definidas da seguinte forma:

- Discurso de conteúdo científico: corresponde às intervenções do professor para desenvolver os conteúdos científicos das aulas.
- Discurso de gestão e manejo de classe: corresponde às intervenções do professor que visam apenas manter o desenvolvimento adequado das atividades propostas, sem intenção de desenvolver conteúdo científico.
- Discurso procedimental: são as instruções dadas pelo professor para montagem de aparatos experimentais.
- Discurso de experiência: corresponde ao discurso dado pelo professor quando demonstra ou permite aos alunos fazerem um experimento, isso sem usar palavras, mas apenas a ação.
- Discurso de conteúdo escrito: corresponde à situação em que o professor escreve no quadro de giz sem nada a dizer.
- Discurso de agenda: são as ações do professor no sentido de conduzir o olhar dos alunos para a ordenação do fluxo das ideias a serem discutidas ao longo da aula.

Dando prosseguimento a análise do professor, foram analisadas as abordagens comunicativas apresentadas pelo mesmo no decorrer da sequência, e separadas, como já foi discutido no primeiro capítulo, em:

- Interativa/dialógica;
- Interativa/de autoridade;
- Não-interativa/dialógica;
- Não-interativa/de autoridade.

Em seção anterior foi discutido acerca das intenções do professor apresentadas por Mortimer e Scott (2002). Para análise, as mesmas foram consideradas deste modo:

- Criando um problema;
- Explorando a visão dos estudantes;
- Introduzindo e desenvolvendo a estória científica;
- Guiando os estudantes no trabalho com as ideias científicas e dando suporte ao processo de internalização;
- Guiando os estudantes na aplicação das ideias científicas e na expansão de seu uso, transferindo progressivamente para eles o controle e responsabilidade por esse uso;

- Mantendo a narrativa.

Os movimentos epistêmicos, categoria de destaque nesta análise, foram caracterizados a partir das propostas de Silva (2011), acrescentadas com a adesão inserida por Borges *et al* (2013), da seguinte maneira:

- Elaboração;
- Reelaboração;
- Instrução;
- Confirmação;
- Correção;
- Síntese;
- Compreensão.

Com relação ao discurso apresentado pelos alunos, naqueles momentos em que interagiam entre si, estes foram divididos e definidos em:

- Conteúdo científico: É aquele que é desenvolvido em torno do tema proposto pelo professor.
- Dispersão: Corresponde às falas dos alunos que são desenvolvidas em torno de outros temas diferentes do proposto pelo professor e que não têm relação com aquele.
- Silêncio/escrita: Corresponde aos momentos em que os alunos registram no papel as suas ideias e silenciam ou abreviam a discussão em torno do fenômeno investigado.
- Silêncio/leitura: Corresponde aos momentos em que os alunos leem o roteiro de atividade e silenciam ou abreviam a discussão em torno do fenômeno investigado.
- Gestão entre alunos: Corresponde aos momentos em que os alunos executam o experimento sem utilizar palavras, havendo apenas ações.

As práticas epistêmicas foram analisadas nos momentos em que os alunos desenvolviam discurso de conteúdo científico, isso ocorreu porque os outros tipos de discurso aqui analisados não correspondem a momentos em que os alunos usam do movimento argumentativo para chegar a uma ideia que envolva o conteúdo da atividade.

A categorização das práticas epistêmicas foi baseada nas propostas por Jimenez-Aleixandre (2007), Araujo (2008) e nas do trabalho do grupo GPEA (FREIRE *et al*, 2013; NASCIMENTO *et al*, 2014). As práticas epistêmicas presentes no quadro abaixo estão separadas nas instâncias sociais de produção, comunicação e avaliação do conhecimento, como já discutidas por Kelly e Duschl (2002).



<b>Produção do conhecimento</b>	<b>Comunicação do conhecimento</b>	<b>Avaliação do conhecimento</b>
Apresentando hipóteses; Articulando conhecimento observacional e conceitual; Considerando conceitos para elaborar hipóteses; Construindo dados; Construindo significados; Desenvolvendo investigações; Lidando com situação anômala ou problemática; Ordenando dados; Planejando investigação; Problematicando; Usando conceitos para planejar e realizar ações.	Alcançando generalizações; Negociando explicações; Relacionando diferentes linguagens; Transformando dados; Usando analogias e metáforas;	Avaliando a consistência da informação; Avaliando a plausibilidades das hipóteses; Justificando as próprias conclusões; Usando conceitos para avaliação de conclusões; Usando conceitos para interpretação dos dados; Usando dados para avaliação de conclusões.

Quadro 8: Práticas epistêmicas.

Cada prática epistêmica representa o contexto do discurso do aluno:

- Apresentando hipóteses: Acontece quando os alunos apresentam as hipóteses de forma sumária, sem ancorar as conclusões aos conhecimentos de base.
- Articulando conhecimento observacional e conceitual: “Quando os alunos explicitam diretamente a relação entre o conceito e os aspectos observáveis do fenômeno envolvido no experimento (ARAÚJO, 2008)”.
- Considerando conceitos para elaborar hipóteses: “Quando os alunos expõem seus argumentos para as hipóteses apresentadas, tendo como base um conceito já conhecido” (ARAÚJO, 2008, p. 85).
- Considerando diferentes fontes de dados: “Quando recorrem a algum dado diferente do que está sendo trabalhado naquele momento para solucionar o problema” (ARAÚJO, 2008, p. 86).
- Construindo dados: “Corresponde à construção ou a coleta dos dados” (ARAÚJO, 2008, p.85).
- Desenvolvendo investigações: “Corresponde aos momentos em que os alunos executam uma ação planejada” (NASCIMENTO *et al*, 2014, p. 3).

- Lidando com situação anômala ou problemática: “Quando o problema ou a questão proposta difere do que era esperado pelos alunos ou quando lidam com um problema que é novo, para o qual não conseguem elaborar hipótese ou chegar na resposta” (ARAÚJO, 2008, p. 86).
- Ordenando dados: “Ocorre quando os alunos ordenam resultados obtidos para uma melhor discussão” (NASCIMENTO *et al* 2014, p. 3).
- Planejando investigação: “Traçar estratégias para a investigação do problema” (ARAÚJO, 2008, p. 85).
- Problematizando: “Essa prática é utilizada quando o aluno cria um problema/questão relacionado ao tema que está sendo estudado ou retoma um problema/questão anteriormente proposto pela professora. Corresponde à motivação para o início da discussão” (ARAÚJO, 2008, p.84).
- Usando conceitos para planejar e realizar ações: “Quando os alunos, apossados de um conceito, projetam ações a fim de comprovar alguma hipótese ou legitimar alguma conclusão obtida” (NASCIMENTO *et al*, 2014, p. 3).
- Alcançando generalizações: “Representa as situações que os alunos elaboram um enunciado geral que possa justificar um fenômeno observado e os demais de uma mesma classe” (NASCIMENTO *et al*, 2014, p. 3).
- Negociando explicações: “O grupo negocia uma explicação plausível para tentar atingir consenso entre os seus membros para a questão proposta” (ARAÚJO, 2008, p.91).
- Relacionando diferentes linguagens: “Quando os alunos em um mesmo discurso relacionam diferentes linguagens como a observacional, a teórica e a representacional” (NASCIMENTO *et al*, 2014, p. 3).
- Transformando dados: “Ocorre quando os dados coletados passam por um tratamento e deixam de ser dados brutos” (NASCIMENTO *et al*, 2014, p. 3).
- Usando analogias e metáforas: “Utilização de metáforas e analogias para fazer explicações” (ARAÚJO, 2008, p. 92).
- Avaliando a consistência da informação: “Quando avaliam a hipótese apresentada a partir de outra já levantada” (NASCIMENTO *et al*, 2014, p. 4).
- Avaliando a plausibilidade das hipóteses: “Quando avaliam a hipóteses apresentada, a partir de situações cotidianas ou conceitos internalizados” (NASCIMENTO *et al*, 2014, p. 4).

- Justificando as próprias conclusões: “Quando os alunos, considerando que já tenham fechado a ideia sobre determinado fenômeno, usam argumentos para defender a conclusão tomada” (NASCIMENTO *et al*, 2014, p. 4).
- Usando conceitos para avaliação de conclusões: “Quando os alunos avaliam suas conclusões considerando conceitos já internalizados” (NASCIMENTO *et al*, 2014, p. 4).
- Usando conceitos para interpretação dos dados: “Quando os alunos recorrem, explicitamente, aos conceitos que já possuem para interpretar os dados obtidos na atividade” (ARAÚJO, 2008, p.85).
- Usando dados para avaliação de conclusões: “Quando os alunos utilizam um conjunto de dados para avaliar se suas conclusões faziam sentido. Nesse sentido, eles buscam conciliar conclusões com evidências” (NASCIMENTO *et al*, 2014, p. 4).

É importante salientar que com a análise desta sequência, nem todas as práticas epistêmicas surgiram, mas esse quadro foi elaborado na intenção de destacar as possíveis práticas epistêmicas que contemplem quase todas as situações que permeiam o discurso do aluno, ao longo de uma sequência de ensino na perspectiva daquela que construída neste trabalho.

## CAPÍTULO 4 - ANÁLISE DA SEQUÊNCIA INVESTIGATIVA

A sequência de ensino investigativa “Investigando a dilatação térmica dos sólidos” foi ministrada em forma de oficina e iniciada com a apresentação da proposta da atividade pelo professor: estudar o fenômeno da dilatação térmica a partir de experimentos e discussões por meio das quais os alunos construirão ou reconstruirão conceitos. Em 36 segundos o professor desenvolve essa ação, utilizando um *discurso de apresentação*.

Dessa maneira, os alunos ficaram inteirados do objetivo da oficina que iriam participar. Para complementar essa parte inicial da atividade, o professor expressa, a partir de um *discurso de agenda*, que antes do estudo da dilatação em si, seria necessário rever as definições de calor e temperatura. Percebe-se, então, que antes de entrar no propósito da aula, o professor pretendeu envolver os alunos na atividade, por meio de um discurso que caracteriza uma orientação para o que seria visto ao longo da sequência.

No terceiro episódio da atividade, o docente passa a desenvolver o *discurso de conteúdo científico*, mediante apresentação da definição de calor. Esta definição deve ser construída em constante interação com os alunos, com o intuito de obter respostas que compusessem tal definição, tendo o professor, portanto, uma abordagem *interativa/de autoridade*.

A intenção registrada nesse episódio está em *introduzir/desenvolver a estória científica*, já que o professor estava inserindo na aula um conteúdo base para o estudo da dilatação. Como o professor apresenta ideias que auxiliam na introdução ao assunto a ser estudado, o movimento característico do seu discurso é o de *instrução*.

O movimento de *instrução* faz-se presente nos episódios seguintes, já que o professor define temperatura, fazendo a relação com o conceito de calor e apresentando a definição de equilíbrio térmico. Interessante notar que por mais que o professor necessite definir claramente cada um dos conceitos, o mesmo sempre mantém interação com os alunos, portanto a abordagem comunicativa *interativa/de autoridade* é mantida.

Nessa parte inicial, percebe-se no discurso do professor uma mescla entre as intenções de *introduzir/desenvolver a estória científica* e *manter a narrativa*, pois disponibilizam as ideias científicas bases para a aula, e desenrolavam-nas a fim de deixar o aluno a par das definições apresentadas.

<b>Professor</b>	Qual é o conceito de temperatura? Quem lembra?
<b>Aluna</b>	(inaudível)
<b>Professor</b>	Porque esse corpo A tem maior temperatura que esse corpo B (professor aponta para um desenho feito por ele exemplificando dois corpos diferentes)? O que caracteriza isso?
<b>Aluno</b>	Grau de agitação das partículas.
<b>Professor</b>	Grau de agitação das partículas, exatamente!

Quadro 9: Transcrição do discurso do professor, movimento de *instrução*

A importância de transmitir conhecimentos, que dão suporte ao conteúdo que será tratado ao decorrer da atividade, é discutida em Sasseron (2013) ao citar os propósitos e ações epistemológicos que o professor pode desenvolver a fim de promover a argumentação em sala de aula.

Dentre os propósitos, se encontra a retomada de ideias, que se refere à ação desenvolvida pelo professor ao fazer referência a ideias já trabalhadas e/ou experiências prévias dos alunos. Assim, expor sobre as definições de calor e temperatura “é uma maneira de o professor iniciar o trabalho de organização de informações e tomada de consciência sobre dados à disposição” (SASSERON, 2013, p. 50).

Após finalizar essa discussão inicial, o professor passa a seguir o roteiro de atividades, comentando sobre a importância da dilatação térmica e apresentando onde esta é verificada, desenvolvendo um discurso *interativo/dialógico*. O professor apresenta slides, com algumas situações cotidianas que envolvem a dilatação e passa a discutir com os alunos acerca disso.

Os alunos apresentam suas ideias, e o professor deixa a discussão em aberto, explicitando que a atividade objetiva e requer a compreensão de como a dilatação ocorre. Esses episódios caracterizaram o movimento epistêmico de *elaboração*, já que o professor possibilitou os alunos uma visão inicial do fenômeno. A intenção registrada foi de *criar um problema*, o que é necessário “a fim de engajar os alunos no desenvolvimento inicial da história científica” (SILVA et al, 2012, p. 6).

A seguir, há a separação dos alunos em grupos e a distribuição dos roteiros da atividade. A partir desse momento, inicia-se o desenvolvimento das suas partes, em que os alunos discutem sobre o que estava proposto.

A primeira parte teve como objetivo promover a elaboração do conceito da dilatação térmica a partir de dois experimentos. Ao apresentar o primeiro, o professor desenvolve discursos de *gestão de classe* e *agenda*. Verifica-se que esses discursos se fazem presentes ao longo de uma sequência didática para que a turma se mantenha em ordem, e que as tarefas a serem desenvolvidas fiquem claras a todos.

A partir do discurso de agenda os alunos do grupo-pesquisa passaram a discutir entre si, e realizar o primeiro experimento que visou analisar a dilatação de uma moeda em comparação entre os orifícios formados por uma moeda aquecida e outra à temperatura ambiente. O primeiro episódio em que os alunos interagiram entre si, corresponde ao momento em que acenderam uma vela e colocaram a moeda presa a um pregador para aquecê-la. A prática epistêmica presente no discurso dos alunos foi a de *construindo dados*.

O professor se fez presente no grupo-pesquisa em um episódio com um *discurso de experiência*, pois auxiliou grupos alunos no procedimento de realização do experimento. Em seguida nota-se a categorização da prática epistêmica *construindo significados*, já que os alunos observavam o que ocorreu quando soltaram a moeda aquecida no isopor.

Um componente do grupo-pesquisa questiona ao professor sobre a coloração preta da moeda após aquecimento, indagando se é devido à parafina da vela. O professor escuta a observação do aluno e pede uma justificativa, caracterizando o movimento de *compreensão*, mediante a busca do entendimento do docente sobre a ideia do aluno. Observa-se uma abordagem *interativa/dialogica* e uma intenção de *explorar o ponto de vista dos alunos* por parte do professor.

<b>Aluno</b>	Né não professor? Isso não é a cera da vela que tá queimada? (referindo-se a parte “preta” na moeda)
<b>Professor</b>	Porque?
<b>Aluno</b>	Tipo... A cera da vela que tá evaporando aí ficou grudada aqui embaixo.

Quadro 10: Transcrição do discurso do professor, movimento de *compreensão*.

O discurso *procedimental* do professor fez-se presente em alguns momentos, quando ele expressa o seu interesse em instruir os alunos para a realização dos experimentos. Um desses momentos corresponde aquele em que professor observa que o orifício no isopor foi formado (após a moeda aquecida ter sido solta no próprio isopor), por mais que a moeda não tenha atravessado completamente a lâmina. Essa observação do professor foi pertinente, pois os alunos do grupo investigado observaram que nos demais a moeda atravessou todo o isopor, e pensavam que havia algo errado nos procedimentos que tomaram.

Mesmo sendo a intenção desse primeiro experimento, fazer com que os alunos percebessem a dilatação das moedas, mediante a colocação de uma moeda fria no orifício formado a partir da moeda aquecida, no início da atividade notou-se que a preocupação dos alunos foi fazer com que a moeda atravessasse todo o isopor, e assim passaram a discutir sobre o ocorrido. O discurso existente caracterizou a prática *lidando com situação anômala*

*ou problemática*, já que os alunos sentem que o resultado do experimento não correspondia ao que esperavam.

Em seguida, os alunos passam a planejar como aquecer a moeda novamente, eis a prática epistêmica *planejando investigação*. O professor mais uma vez, com *discurso procedimental*, sugere aos alunos colocarem o pregador na ponta da moeda. Dessa forma os alunos realizam o experimento, e depois de realizado observam o ocorrido, relatando que o orifício formado ficou maior que a moeda, prática epistêmica de *ordenando dados*.

Esses momentos apresentados, desde a primeira tentativa dos alunos em aquecer a moeda até a observação do que ocorreu após soltar essa moeda aquecida no pedaço de isopor, geraram discussões em que os alunos permearam por algumas práticas epistêmicas, todas da instância de produção do conhecimento, uma vez que os alunos executam o experimento e ordenam os dados obtidos.

Após esse procedimento inicial, a proposta da atividade está em fazer os alunos discutirem sobre o que aconteceria ao colocar uma moeda não aquecida no orifício formado, e após discussão colocar a moeda e comparar o que previram com o que observaram. Entende-se que essas discussões caracterizariam práticas epistêmicas ainda da instância de produção do conhecimento, pois os alunos planejavam e executariam algumas ações.

Finalizando as discussões do primeiro experimento, os alunos deveriam discutir sobre se a moeda sofreu alguma variação na massa após o aquecimento. Todo esse processo minucioso permite a evolução conceitual dos mesmos a respeito do que está sendo investigado. Porém, após o primeiro procedimento percebe-se que um dos alunos do grupo investigado passa a responder sozinho no roteiro as questões propostas, e que em poucos momentos, os demais componentes argumentavam a fim de entrarem em consenso sobre a análise dos dados obtidos.

O segundo experimento consistiu na verificação da dilatação de uma chave por aquecimento, considerando a dificuldade que os alunos teriam para abrir o cadeado com a chave aquecida. Logo de início, os alunos planejam a execução do experimento, prevendo que este seria semelhante ao experimento da moeda. Em seguida, os alunos passam a aquecer a chave, e tentam inseri-la no cadeado. Nessas interações iniciais, foram caracterizadas as práticas epistêmicas *planejando investigações* e *negociando explicações*.

<b>Aluno 1</b>	Acenda uma vela e coloque a chave segura ao alicate e aproxime da chama durante 40 segundos. A mesma coisa... Vai aquecer a chave e colocar no cadeado. Tentar botar no cadeado na verdade.
<b>Aluno 3</b>	(inaudível)
<b>Aluno 2</b>	E tipo o pregador vai ficar bem ruim entendeu?
<b>Aluno 1</b>	Vou botar esse mesmo.
<b>Aluno 2</b>	Só que bote a parte queimada para cima.
<b>Aluno 1</b>	Essa aqui né?
<b>Aluno 2</b>	É... essa daí que eu falo.

Quadro 11: Transcrição do discurso do aluno, prática *planejando investigações*.

A segunda interação do professor exercendo um *discurso de conteúdo científico* com o grupo-pesquisa promoveu discussão com os alunos sobre o fato de que depois de algum tempo a chave ter entrado no cadeado. Os alunos respondem ao professor, considerando o fato de a chave ter sido resfriada. Essa abordagem foi *interativa/dialógica*, pois a intenção do professor foi de *guiar os estudantes na aplicação das ideias científicas*, e o movimento epistêmico de *elaboração*.

Após esse episódio, o professor pede para que os alunos escrevam no roteiro as conclusões alcançadas, mais um *discurso de agenda* antecedendo o discurso dos alunos, que repetem o experimento, e discutem sobre a possibilidade de o cadeado também ter sido dilatado mediante encontro com a chave aquecida. Assim, os alunos passam a ter um discurso característico da prática *alcançando generalizações*.

A discussão gerada sobre o experimento envolvendo o aquecimento da chave apresentou práticas permeando as instâncias de produção e comunicação do conhecimento. Nesses momentos, os alunos não só executaram ações como também interpretaram e construíram representações a partir dos dados organizados.

Neste caso, verifica-se a questão levantada em Araujo (2008), no que diz respeito a sobreposição das instâncias sociais que poderia estar sendo apresentada nesse momento, porém considerou-se que nos momentos os alunos apenas discutiam entre si com relação a prática em si, destacando-se a instância de produção, e quando discutiam no intuito de moldar uma observação, caracterizou-se a instância de comunicação.

Prosseguindo nas discussões, os alunos elaboram o modelo proposto no roteiro sobre como ficaria a chave após o aquecimento, principalmente em relação às dimensões da chave. Esse procedimento torna-se importante na sequência investigativa, por representar potencialmente uma transição entre uma discussão exclusivamente empírica, do primeiro experimento, para uma discussão envolvendo elementos teóricos.



Ao elaborarem modelos, os alunos representam no papel o que aconteceu com a estrutura da chave após o aquecimento, analisando desde as dimensões alteradas até o comportamento das moléculas. Nesse momento, os alunos exercem a prática *negociando explicações*.

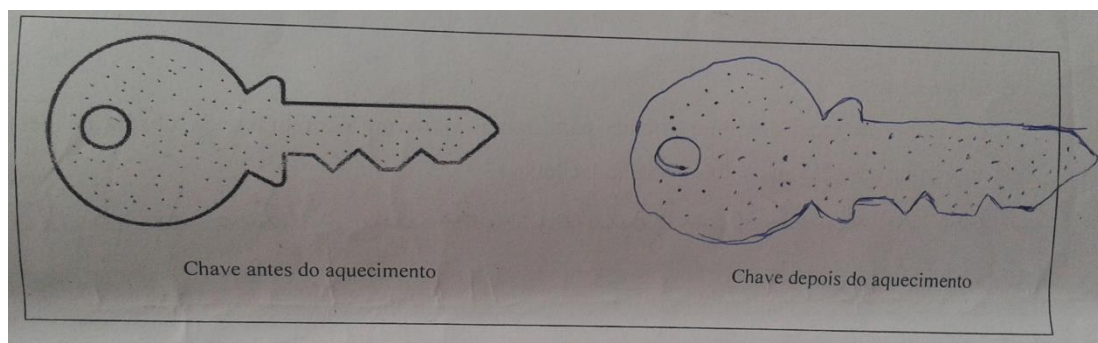


Figura 1: Modelo da chave aquecida elaborado pelo grupo-pesquisa.

Em meio à discussão sobre as dimensões da chave, o professor interfere com um movimento de *confirmação*, confirmando a posição de um dos alunos do grupo, o qual afirmava sobre quais dimensões seriam dilatadas. A abordagem foi *interativa/de autoridade*, com a intenção de *guiar o processo de internalização*, já que o professor permitiu que os alunos expusessem suas ideias, porém buscando chegar àquela definição correta.

<b>Aluno 1</b>	O que é que vai aumentar? Aqui ou aqui? (apontando para a chave desenhada no roteiro).
<b>Aluno 2</b>	Acho que vai ser um aumento proporcional em tudo.
<b>Professor</b>	Boa pergunta! (referente ao Aluno 1). Boa resposta! (referente ao Aluno 2).
<b>Aluno 2</b>	Aumenta mais onde aqueceu. Tipo a gente tava aquecendo mais a ponta, aquece mais a ponta.
<b>Professor</b>	Você pode pensar... Se eu tenho um pedaço de metal, se eu aqueço uma ponta, só aquela ponta que vai dilatar? Ou ele dilata o material todo?
<b>Aluno 2</b>	Professor, é proporcional a temperatura que ele recebeu.
<b>Professor</b>	Sim. A variação de temperatura.
<b>Aluno 1</b>	Mas não necessariamente na área que ele recebeu.
<b>Professor</b>	Exatamente!

Quadro 12: Transcrição do discurso do professor, movimento de *confirmação*.

Logo após, um aluno passa a responder novamente sozinho o questionário. Vale salientar que, no questionário havia questões que dariam espaço para a discussão entre os alunos, e o surgimento de práticas epistêmicas.

Uma questão solicitava que os alunos relacionassem os experimentos da moeda e da chave com o fato de que para abrir uma tampa metálica de um recipiente de vidro, que estivesse apertada, bastaria colocá-la em água quente. Ao fazer tal relação, os alunos já

mostrariam um maior avanço no conceito estudado, analisando uma nova situação e, nesse sentido, expandindo o uso das ideias alcançadas.

A última questão desse experimento finalizava a primeira parte da atividade e solicitava que os alunos resumissem o que foi verificado até aquele instante. Entende-se que os alunos desenvolveriam discursos inseridos nas práticas epistêmicas da instância de avaliação do conhecimento, pois poderiam argumentar sobre as conclusões tomadas, coordenando teoria e evidência, contrastando-as e avaliando a plausibilidade das mesmas.

Em meio a movimentos de *confirmação* e *compreensão*, o professor dirige-se para toda a turma na intenção de *guiar o processo de internalização* no que diz respeito as respostas dadas por todos os grupos nas questões propostas sobre os dois experimentos. Aos 40 minutos e 37 segundos da aula, o professor por meio do movimento de *síntese* e da intenção de *guiar os estudantes no processo de internalização das ideias científicas* chega a primeira conclusão da atividade: ao receber quantidade de calor, a partir do aumento da temperatura, o corpo se dilata.

A outra conclusão, do professor junto com os alunos, foi de como as moléculas da chave se comportariam após o aquecimento, essa conclusão veio a partir da discussão da questão que envolvia os modelos da chave desenhados após aquecimento. Por fim, o professor indaga sobre se ao fornecer a mesma quantidade de calor a chaves de materiais diferentes, cuja interação com os alunos chega a última conclusão dessa parte da atividade, que cada corpo dilata-se de forma diferente. Discussão típica da intenção *explorar o ponto de vista dos alunos* e do movimento de *elaboração* já que a partir de questionamentos o professor inseriu uma nova variável a ser estudada pelos alunos no decorrer da atividade.

Observa-se em Carvalho (2013) que esse tipo de processo que o professor executou ao fim dessa primeira parte, corresponde a sistematização dos conhecimentos elaborados nos grupos. A autora cita que o papel do professor na etapa do desenvolvimento do problema em uma sequência de ensino investigativa é muito importante, já que “ao ouvir o outro, ao responder à professora, o aluno não só relembra o que fez, como também colabora na construção do conhecimento que está sendo sistematizado” (CARVALHO, 2013, p.12).

Dessa maneira, quando o professor abre a discussão para toda a turma, dando espaço para o debate entre os pares, favorece a evolução conceitual dos alunos, que segundo Carvalho (2013), permite que os alunos passem da ação manipulativa à ação intelectual, ou seja, os alunos ficam inteirados na linguagem científica que a atividade possui.

A segunda parte da atividade teve como principal objetivo apresentar o coeficiente de dilatação que cada material possui, através de um experimento, mostrando aos alunos que

além da temperatura, existe outra variável fundamental na dilatação dos materiais, qualquer que seja a natureza do material.

Sob observação do professor, os alunos do grupo-pesquisa iniciam o experimento, com uma tira feita de papel alumínio colado a um papel ofício, os estudantes aqueceriam o conjunto, a fim de observar certa curvatura que seria feita. Assim, os alunos deveriam atingir o conhecimento de que essa curvatura se dava mediante o papel alumínio dilatar-se mais que o papel ofício, iniciando a compreensão de coeficiente de dilatação térmica. Com a tira de papel alumínio e papel ofício, os alunos realizam o solicitado no roteiro, aquecem a tira com a parte do papel alumínio voltada para baixo. Logo após, realizam o segundo experimento, aquecem a tira, voltando o papel ofício para baixo, e passam a verificar que aconteceu a mesma coisa nos dois procedimentos: o papel alumínio dilatou-se mais em ambas as situações.

No primeiro procedimento a tira curvou-se para cima, e no segundo a tira curvou-se para baixo. Nesses episódios, verifica-se, naturalmente, que os alunos executam o experimento, desenvolvem a prática epistêmica *construindo* dados e ao entender sobre qual material dilatou mais, os mesmos desenvolvem um discurso característico da prática *alcançando generalizações*.

<b>Aluno 1</b>	Aconteceu a mesma coisa.
<b>Aluno 2</b>	É. Só que ficou do lado oposto. De novo o alumínio cresceu mais!
<b>Aluno 3</b>	É... Cresceu mais!
<b>Aluno 2</b>	O alumínio vai crescer sempre!
<b>Aluno 3</b>	É, porque dilata mais.
<b>Aluno 2</b>	O alumínio dilata mais que o papel.

Quadro 13: Transcrição do discurso dos alunos, prática de *alcançando generalizações*.

Com um *discurso de agenda*, o professor explica sobre o modelo a ser desenhado com relação ao comportamento das tiras nos aquecimentos, e dois alunos do grupo-pesquisa desenham os modelos. Mais uma vez, faz-se necessário dar importância a esse tipo de questão que solicita a elaboração de modelos, já que orienta os alunos a discutirem sobre quais variáveis estão sendo modificadas após o aquecimento, e consequentemente desenvolve no aluno uma melhor elaboração do conhecimento teórico aliado ao conhecimento empírico.

Porém, percebe-se na análise que os alunos fizeram esse modelo com o olhar voltado apenas ao que se observou com a prática realizada, não houve uma discussão sobre o conhecimento teórico envolvido, diferentemente do modelo desenhado no experimento anterior, no qual os alunos fizeram a relação devida do que foi observado com a teoria envolvida.

Um dos alunos passa a discutir com o professor sobre a questão dos fios de alta tensão colocados com certa curvatura, e o docente esclarece ao aluno a importância do estudo da dilatação, sendo que o aluno comenta que jamais pensou que a dilatação tinha relação com tal fenômeno. Esse registro é importante por mostrar como a estrutura da atividade faz com que os alunos passem a observar questões do cotidiano, inserindo assim a ciência no dia a dia do aluno. Aos 59 minutos e 18 segundos os alunos respondem o restante do roteiro, falando do coeficiente de dilatação, e comentando um erro cometido em uma prova realizada. Esse episódio foi categorizado como a prática *justificando as próprias conclusões*.

<b>Aluno 2</b>	É... Já vi que densidade não tem nada haver.
<b>Aluno 1</b>	É! É coeficiente de dilatação de cada material... Que na prova eu coloquei calor específico.

Quadro 14: Transcrição do discurso dos alunos, prática de *justificando as próprias conclusões*.

Com a abordagem *interativa/de autoridade*, a intenção de *explorar o ponto de vista dos alunos* e o movimento de *síntese*, o professor sintetiza a ideia do coeficiente e discute com os alunos sobre o porquê de o alumínio possuir maior coeficiente de dilatação.

Entende-se que a forma com que a estrutura da atividade foi produzida favorece o processo evolutivo do conceito dos alunos, já que na primeira parte o foco foi mostrar o que seria a dilatação em geral, e os alunos atingiram essa ideia mediante as discussões desenvolvidas.

A segunda parte já aprofunda mais a discussão e o experimento está de acordo com sua proposta, incitando os alunos a discutirem e compreenderem a influência do coeficiente de dilatação térmica na dilatação dos materiais. No entanto, nota-se que a interação entre os alunos para alcançarem tal conceito, não foi tão intensa como em outros trabalhos já discutidos nesta pesquisa.

Determina-se, neste caso, outro tipo de discussão no que diz respeito ao tempo escolar que não contribui para realizar atividades desse nível, mesmo que essa análise tenha sido desenvolvida em forma de oficina, fora das aulas regulares, os alunos ainda teriam que apresentar trabalhos posteriores à atividade. Por isso, o professor, no decorrer da atividade, ter tido que passar as orientações rapidamente, e alguns trechos do roteiro não foram discutidos pelos alunos.

A terceira parte da atividade consistia em fazer com que os alunos determinassem, a partir de valores pré-estabelecidos, o coeficiente de dilatação de três materiais: aço, alumínio e latão. Antes do desenvolvimento dessa parte, o professor apresenta a fórmula que expressa o cálculo do coeficiente de dilatação, através das grandezas que estão ligadas a dilatação, além

de explicitar como calcular tal coeficiente. Nesse discurso o professor permeou os movimentos de *reelaboração*, *síntese* e *instrução*, nas intenções de *guiar os estudantes no processo de internalização das ideias científicas* e *introduzir/desenvolver a estória científica*.

<b>Professor</b>	Esse coeficiente de dilatação linear nós vamos defini-lo como alfa (escrevendo no quadro), então por exemplo, alfa eu posso definir como coeficiente de dilatação do alumínio e posso dizer que é o alfa do papel, ou seja, em função desse coeficiente de dilatação eu pergunto pra vocês: quem tem o maior coeficiente de dilatação, o alumínio ou o papel?
<b>Alunos</b>	Alumínio.
<b>Professor</b>	Porque vocês responderam alumínio?
<b>Aluno</b>	Porque ele se dilata mais.
<b>Professor</b>	E porque ele se dilata mais?
<b>Aluno</b>	Porque há uma variação maior.
<b>Professor</b>	Porque nessa curvatura aqui que vocês observaram ele sempre tentou ficar numa área maior que o papel. Então ótimo. Então vamos ver o que vocês observaram: que o coeficiente de dilatação do alumínio é maior que o coeficiente de dilatação do papel tá certo? Mas agora o que eu quero checar com vocês é o seguinte: Sabendo que esses corpos eles podem se dilatar então eu preciso construir uma equação matemática que permita calcular essa dilatação e essa equação é o seguinte, por exemplo... Então eu tenho uma haste metálica, essa haste tem um comprimento inicial $L_0$ , eu aqueço essa haste ela vai crescer um pouquinho, o comprimento final dessa haste toda eu posso chamar de $L$ , esse pedacinho que foi acrescentado eu posso chamar de $\Delta L$ tá? Mais pra que essa haste que tinha um comprimento inicial $L_0$ pudesse se dilatar o que primeiro ela precisou sofrer? O quê que variou?
<b>Aluno</b>	A variação de temperatura.
<b>Professor</b>	O material sofre uma variação de temperatura. Então eu tenho um $\Delta T$ que é a temperatura final menos a temperatura inicial tá? E qual a outra variável que eu poderia escrever que também teria uma dependência nessa dilatação?
<b>Aluno</b>	O coeficiente.
<b>Professor</b>	O coeficiente! Então, eu teria uma equação que teria uma dependência com alfa. Então, eu poderia escrever o seguinte: que esse $\Delta L$ , ou seja, a variação desse comprimento da barra, esse pedacinho que a barra cresceu é quem? É o $L_0$ , é o comprimento inicial, são grandezas todas proporcionais vezes esse alfa que é o coeficiente que cada material vai ter vezes o $\Delta T$ que é a variação de temperatura. Só que o que nós queremos nessa atividade, se vocês olharem lá vocês vão ter um desenho, lá na outra página (lê o enunciado). Então é esse experimento aqui que ele vai crescer ou diminuir em função da temperatura deles tá? (lê o roteiro).

Quadro 15: Transcrição do discurso do professor.

A proposta do roteiro cita que os alunos, antes de terem contato com os valores já estabelecidos para cálculos, discutissem quais procedimentos deveriam ser tomados em um laboratório para determinar os coeficientes de dilatação. Porém, mediante a forma que o professor conduziu rapidamente a atividade nesse trecho da aula, essa discussão não existiu.

Assim, os alunos executaram os cálculos a partir da tabela de valores apresentada, caracterizando a prática *construindo dados*, por vezes o professor auxiliou executando um movimento de *confirmação*. Finalizando essa parte, o professor discute com toda a turma acerca de qual material possui maior coeficiente de dilatação e o que isso representa.

Carvalho (2013) propõe atividades que levem à contextualização social do conhecimento e/ou aprofundamento do conteúdo em uma sequência de ensino investigativa, já que para a autora “em muitas Sequências de Ensino Investigativas é preciso ir além do conteúdo explorado pelo problema pela atividade de contextualização social do conhecimento” (CARVALHO, 2013, p.17). Dessa forma, a parte final da atividade foi confeccionada propondo um texto sobre a lâmina bimetálica e onde a mesma está presente.

O professor então lê o texto presente no roteiro, e vai desenrolando o mesmo, na intenção de instigar os alunos a refletirem que aparelhos do cotidiano conteriam essas lâminas. A intenção é de *explorar o ponto de vista dos alunos*, com movimento de *elaboração*, e uma abordagem *interativa/dialógica*. Após comentar sobre o termostato, o aluno comenta sobre o disjuntor e o professor o provoca, num episódio característico do movimento epistêmico de *compreensão*, seguido por *correção*.

<b>Aluno</b>	Um exemplo disso daí pode ser também o disjuntor.	Compreensão
<b>Professor</b>	É. Um disjuntor. Mas o disjuntor não trabalha em função da temperatura.	
<b>Aluno</b>	Mas ele desarma em função da temperatura, da dilatação.	
<b>Professor</b>	Dilatação do que?	
<b>Aluno</b>	Ele tem uns ferrinhos dentro, quando, por exemplo, há um curto-circuito na rede.	
<b>Professor</b>	A tá.	
<b>Aluno</b>	Aí no caso sobrecarrega, daí ia aquecer e dependendo da amperagem que ele foi programado aí vai dilatar.	
<b>Professor</b>	Se a corrente for maior do que a quantidade necessária que tá programado aí ele vai parar.	
<b>Aluno</b>	É.	Correção
<b>Professor</b>	Mas é justamente porque esse aquecimento pode provocar uma quantidade de corrente diferente do que ele está programado pra disparar e aí se ele realmente vai disparar, pra não acontecer essa sobrecarga desse efeito da temperatura maior, porque se essa corrente fosse maior do que a que ele tivesse programado aí nas casas que não tem disjuntores vai acontecer isso que você tá falando...	
<b>Aluno</b>	Um incêndio.	
<b>Professor</b>	A temperatura aumenta mais, acontecendo um incêndio. Mas ele é justamente programado pra isso não acontecer. Certo?	
<b>Aluno</b>	Aí no caso, quando aumenta um pouquinho a temperatura, ele desarma, porque tipo...	

<b>Professor</b>	É. Mas aumenta um pouco a quantidade de corrente necessária pra fazer isso.	
------------------	---	--

Quadro 16: Transcrição de diálogo entre professor e aluno.

Para finalizar a discussão dessa última parte, o professor fala sobre o circuito representado em uma figura no roteiro. Nesta figura, contém uma campainha que deve ser tocada após o circuito ser fechado com a lâmina bimetálica, assim o docente lança a discussão de como seria aquecida essa lâmina, e comenta sobre o efeito Joule e a presença da corrente elétrica. Essa discussão é bem rica de informação, e o professor tem uma abordagem *interativa/dialógica*, mesclando a intenção entre *criar problema* e *introduzir/desenvolver a estória científica*.

<b>Professor</b>	A discussão é a seguinte, ao lado tem uma figura representando o esboço de um circuito dentro de um alarme de incêndio. Discutam como essa campainha seria acionada, como ela seria acionada a partir desse conhecimento que a gente adquiriu. Dá uma olhada pro desenho.
<b>Aluno 2</b>	Se o ferro aquecer o suficiente para tocar aqui... Aí no caso a corrente vai fechar o circuito e vai disparar.
<b>Professor</b>	Olha, notem que o prego não está encostado na lâmina né?
<b>Aluno 2</b>	Se o prego topar vai fechar o circuito e vai passar a corrente.
<b>Professor</b>	Exato! Se o prego tocar na lâmina fecha o circuito aí começa a bater, mas o que faz a lâmina encostar aqui no...
<b>Aluno 1</b>	A dilatação.
<b>Professor</b>	Perfeito! Mas e a fonte de calor?
<b>Aluno 2</b>	Alguma coisa que esteja em fogo, no incêndio. Sei lá... Tipo, tá tendo um incêndio aí esse ferrinho ficaria num ponto estratégico assim onde poderia ter o calor. Aí vai aquecer em virtude de algum incêndio que estiver ocorrendo.
<b>Professor</b>	Certo. E se esse seu dispositivo estiver lá no cantinho da parede e o fogo tiver pegando por aqui?
<b>Aluno 2</b>	Aí eu não sei.
<b>Professor</b>	Na verdade, isso aí vai envolver i, efeito que vocês vão estudar no terceiro ano, acredito que quando a quantidade de corrente passar por aí produzido pela pilha vai acontecer aquele efeito chamado efeito Joule, ou seja, a lâmina vai aquecer e a parte que se dilata menos vai tapar no prego.

Quadro 17: Transcrição do discurso do professor.

Por fim, o professor discute juntamente com os alunos, os problemas situados no início do roteiro da atividade, justificando-os com o fenômeno da dilatação. Dessa maneira, caracteriza-se o movimento do professor de *reelaboração*, a intenção de *guiar os estudantes no processo de internalização das ideias científicas*, e um discurso *interativo/dialógico*.

A análise dos 128 episódios facilitou a verificação dos movimentos epistêmicos em comparação com a abordagem comunicativa. Como presente na literatura, notou-se que o movimento de *elaboração* está associado a uma abordagem *dialógica*; o de *reelaboração* com



uma abordagem *dialógica* ou *de autoridade*; *instrução*, *confirmação e correção* com uma abordagem de *autoridade*. Porém, com relação ao movimento de *compreensão*, foi identificado momentos de abordagem *de autoridade* e *dialógica*, divergindo com o que está presente em BORGES (2014). Considera-se tal divergência, por ser um movimento novo e aparente em apenas uma pesquisa.

Verificou-se, também, ao longo dessa análise que sempre que o professor intervia com o grupo-pesquisa, os alunos desenvolviam discurso de *conteúdo científico*, os quais as práticas epistêmicas foram caracterizadas. Essas intervenções do professor são primordiais para que o aluno mantenha o foco na atividade, discutindo acerca da temática na aula.

As ações do professor para esclarecer aos alunos sobre o fenômeno da dilatação foram favoráveis para tal esclarecimento, o mesmo permeou por todos os movimentos epistêmicos, variando nas intenções. No que diz respeito à interação com o grupo-pesquisa, percebe-se que o professor estava tão inteirado em explicar a seus alunos, que concedia a resposta diretamente às dúvidas indagadas pelos alunos.

Considerando os resultados obtidos com o uso do *videograph*, observa-se que o professor passou a maior parte do tempo da aula dirigindo-se para toda a turma. Foram 50 minutos e 32 segundos de interação do professor com todos os alunos. Entende-se que o professor preocupou-se mais em discutir os conteúdos da aula com a turma, deixando um pouco de lado um espaço para discussão com os alunos nos pequenos grupos.

Esse procedimento reduziu um pouco o tempo da atividade, o que pareceu ser uma preocupação do professor diante de outras atividades das quais os alunos desejavam participar na jornada (JECCCA). Aliado a isso, inferimos ainda que, é pouco usual que os professores, em sua prática cotidiana reservem um tempo adequado para que os alunos discutam entre si nos pequenos grupos e para auxiliarem as discussões que se desenvolvem.

É nessa perspectiva que se compreende o procedimento do professor em resumir alguns pontos da atividade que deveriam ser destinados à discussão entre os alunos em seus grupos. Durante 07 minutos e 22 segundos o professor interagiu exclusivamente com o grupo-pesquisa, no intuito de contribuir com as possíveis discussões que poderiam estar ocorrendo. Por sua vez, a interação dos alunos do grupo-pesquisa entre si, se fez presente em 32 minutos e 56 segundos, durante esse tempo os alunos estavam envolvidos com a atividade.



<b>Momento da aula</b>	<b>Tempo</b>	<b>%</b>
Professor dirige-se para toda a turma	00:50:52	55,8
Alunos interagem entre si	00:32:56	36,1
Professor interage com grupo pesquisa	00:07:22	8,1
<b>TOTAL</b>	<b>01:31:10</b>	<b>100,0</b>

Quadro 18: Tempo e percentual do momento da aula.

Separar a aula em momentos facilita a análise, por deixar claro quem está executando o discurso, o professor ou o aluno, ou se interagem entre si, e a partir desse momento destrinchar outras categorias que precisam ser utilizadas.

Dessa maneira, foram analisados os dados referentes ao tipo de discurso do professor, considerando o tempo em que o mesmo dirigia-se para toda a turma ou interagia com o grupo pesquisa. Dos 58 minutos e 14 segundos de interação, seja com toda a turma ou com o grupo-pesquisa, o discurso de conteúdo científico foi o mais aparente, ocupando 47 minutos e 36 segundos de tal tempo. Esse resultado é importante para indicar que o professor obteve facilidade para conduzir a atividade e desenvolver o conteúdo pretendido, já que os alunos mostraram-se engajados com a mesma.

O pouco tempo de discurso de gestão de classe foi registrado apenas quando o professor organizou a turma em grupos para que desenvolvessem a atividade e informou aos alunos do intervalo. O discurso de agenda foi o segundo mais presente na fala do professor, existindo durante 6 minutos e 27 segundos (11,1% do tempo total das aulas), entende-se esse resultado, por perceber que o professor costumava orientar os alunos com relação ao que iriam fazer em cada experimento previsto no roteiro, até mesmo fazendo uma leitura das questões que os alunos teriam que discutir entre si.

<b>Discurso do professor</b>	<b>Tempo</b>	<b>%</b>
Apresentação	00:00:36	1,0
Conteúdo científico	00:47:36	81,7
Gestão de classe	00:01:30	2,6
Procedimental	00:01:38	2,8
Experiência	00:00:27	0,8
Conteúdo escrito	00:00:00	0,0
Agenda	00:06:27	11,1
<b>TOTAL</b>	<b>00:58:14</b>	<b>100,0</b>

Quadro 19: Tempo e percentual do discurso do professor.

Os 47 minutos e 36 segundos referentes ao discurso de conteúdo científico do professor têm importância para o decorrer da análise, pois a partir deles caracterizaram-se: abordagens comunicativas, intenções e movimentos epistêmicos do professor. Quanto à abordagem comunicativa, os dados coletados registram a predominância da abordagem

comunicativa interativa, que correspondeu a 89,9% do tempo total do discurso científico do professor. Assim, verifica-se o quanto o professor envolveu os alunos ao decorrer da aula com o assunto trabalhado. Esse comportamento, discutido por Amaral e Mortimer (2006), pode caracterizar um estilo próprio do professor ensinar.

Desses 89,9% de abordagem comunicativa interativa, verificou-se que 46,5% correspondem a uma abordagem dialógica e 43,4% a uma abordagem de autoridade. Nos episódios que a abordagem interativa/dialógica se fez presente com mais frequência, liga-se aos períodos em que o professor provocava os alunos a exporem suas ideias referentes ao que estava sendo discutido no momento.

Percebe-se que o percentual da abordagem comunicativa interativa/de autoridade é praticamente semelhante ao de interativa/dialógica, já que em boa parte do tempo o professor esperava que os alunos discutissem apresentando conceitos da forma correta, uma vez que quase todos os alunos já haviam estudado alguns dos conceitos ao longo do ano letivo.

Os 4 minutos e 48 segundos referentes à abordagem comunicativa não-interativa/de autoridade correspondem ao momento em que o professor explicou aos alunos como calcular o coeficiente de dilatação. Assim, na dimensão da interação, o professor apresentou uma abordagem mais interativa, e na dimensão da dialogicidade, prevaleceu uma abordagem de autoridade, 53,5%.

<b>Abordagem comunicativa</b>	<b>Tempo</b>	<b>%</b>
Interativa/dialógica	00:22:09	46,5
Interativa/de autoridade	00:20:39	43,4
Não-interativa/dialógica	00:00:00	0,0
Não-interativa/de autoridade	00:04:48	10,1
<b>TOTAL</b>	<b>00:47:36</b>	<b>100,0</b>

Quadro 20: Tempo e percentual da abordagem comunicativa do professor.

Sobre as intenções do professor, percebe-se que *introduzindo e desenvolvendo a estória científica* predominou no discurso de conteúdo científico. Tal intenção esteve sempre ligada à abordagem comunicativa de autoridade, o que justifica a porcentagem de 33,2%. Entende-se que o professor precisou introduzir outros assuntos pertinentes ao tema geral da aula.

O desenvolvimento da discussão acerca desses conteúdos, como calor e temperatura, e a associação destes ao conceito de dilatação, rendeu tempo suficiente para que esta intenção fosse a mais verificada ao longo da aplicação da atividade. Guiar os estudantes no processo de internalização e explorar o ponto de vista dos estudantes foram outras intenções bem atribuídas ao discurso do professor, tendo um percentual de 30,5% e 19,1% respectivamente.

<b>Intenção</b>	<b>Tempo</b>	<b>%</b>
Criar um problema	00:04:45	10,0
Explorando a visão dos estudantes	00:09:07	19,1
Introduzindo e desenvolvendo a estória científica	00:15:48	33,2
Guiando os estudantes no processo de internalização	00:14:28	30,5
Guiando os estudantes na aplicação das ideias científicas	00:01:15	2,6
Mantendo a narrativa	00:02:13	4,6
<b>TOTAL</b>	<b>00:47:36</b>	<b>100,0</b>

Quadro 21: Tempo e percentual das intenções do professor.

Com relação aos movimentos epistêmicos, os resultados apontaram que o movimento de *elaboração* foi o mais utilizado pelo professor ao longo do seu discurso de conteúdo científico, assim como relata o trabalho de Silva *et al* (2012), correspondendo a um tempo de 12 minutos e 15 segundos.

Esse resultado ocorreu porque nas sequências de atividade investigativas, é necessário que o professor estimule os alunos a gerarem explicações (VALLE, 2013) e busque auxiliá-los em obter um olhar inicial sobre o fenômeno a ser estudado, e nessa sequência o professor apresentou uma maior quantidade de discursos que se enquadraram nesse movimento epistêmico, no sentido de ter colocado várias questões para os grupos discutirem, embora tendo reduzido o tempo de discussão com os alunos.

<b>Movimentos epistêmicos</b>	<b>Tempo</b>	<b>%</b>
Elaboração	00:12:15	25,7
Reelaboração	00:09:43	20,4
Instrução	00:08:48	18,5
Confirmação	00:03:38	7,6
Correção	00:03:05	6,5
Síntese	00:05:47	12,2
Compreensão	00:04:20	9,1
<b>TOTAL</b>	<b>00:47:36</b>	<b>100,0</b>

Quadro 22: Tempo e percentual dos movimentos epistêmicos do professor.

O comportamento do professor de manter um discurso de conteúdo científico em boa parte do tempo pode ter contribuído para que ao longo dos 32 minutos e 57 segundos de interação registrados entre os alunos do grupo-pesquisa, 21 minutos e 38 segundos terem correspondido ao discurso de conteúdo científico. A partir do discurso de conteúdo científico foram verificadas as práticas epistêmicas desenvolvidas pelos alunos ao decorrer da atividade.

Ainda sobre o discurso dos alunos, faz-se necessário discutir sobre o discurso de silêncio/escrita, presente em 24,5% do tempo total codificado neste conjunto de categorias.

Um componente do grupo-pesquisa tomou a frente em responder as questões presentes no roteiro, e os demais componentes se acomodaram com tal reação, escasseando a discussão de todos acerca do proposto, esse fato justifica esse percentual. Não se repreende esse tipo de discurso, porém a crítica é feita mediante o mesmo ter aparecido de forma isolada, sem uma argumentação prévia entre os alunos.

Com relação à dispersão dos alunos, verificou-se que em apenas 2 minutos e 10 segundos os alunos conversaram sobre assuntos não pertinentes a aula, sendo que isso ocorreu quando os mesmos já tinham concluído certo trecho da atividade, e esperavam o aval do professor para dar prosseguimento nas práticas, ou seja, foram momentos de dispersão que não atrapalharam o decorrer da aula nem muito menos o desenvolvimento das ideias científicas.

Considerando que, o professor estava sempre buscando o contato com o grupo de alunos, justifica-se esse baixo nível de dissertação a partir do que Araujo (2008) relata em sua pesquisa, sendo os grupos que menos apresentam momentos de dispersão, aqueles em que o professor se faz mais presente em suas discussões.

<b>Discurso do aluno</b>	<b>Tempo</b>	<b>%</b>
Conteúdo científico	00:21:38	65,7
Dispersão	00:02:10	6,6
Silêncio/escrita	00:08:05	24,5
Silêncio/leitura	00:00:27	1,4
Gestão entre alunos	00:00:36	1,8
<b>TOTAL</b>	<b>00:32:56</b>	<b>100,0</b>

Quadro 23: Tempo e percentual do discurso dos alunos.

Sobre as práticas epistêmicas, percebeu-se que os alunos não foram muito ativos na argumentação a fim de justificar o conhecimento elaborado, sendo que em muitas vezes foi registrado um aluno escrevendo as respostas das questões propostas no roteiro de atividade, respostas essas que deveriam ser um consenso entre todos os componentes do grupo.

Com a análise, os alunos permearam por todas as instâncias sociais, porém o tempo na maioria das práticas epistêmicas foi muito curto, mostrando a inatividade dos alunos na discussão. Entende-se que a forma com que a atividade foi conduzida, mediante o tempo de aplicação, contribuiu para esse resultado. Seguem abaixo os resultados referentes às práticas epistêmicas, o tempo de cada prática observada com seu percentual representado.

<b>Instância</b>	<b>Práticas epistêmicas</b>	<b>Tempo</b>	<b>%</b>
Produção	Construindo dados	00:12:42	58,7
	Construindo significados	00:01:04	4,9
	Planejando investigações	00:00:58	4,5
	Ordenando dados	00:00:33	2,5
	Lidando com situação anômala ou problemática	00:00:33	2,5
Comunicação	Negociando explicações	00:01:19	6,1
	Apresentando hipóteses	00:00:28	2,2
	Transformando dados	00:01:05	5,0
	Alcançando generalizações	00:01:35	7,4
Avaliação	Usando conceitos para avaliação de conclusões	00:01:21	6,2
<b>TOTAL</b>		<b>00:21:38</b>	<b>100,0</b>

Quadro 24: Tempo e percentual das práticas epistêmicas dos alunos.

Os dados acima exibem a predominância da prática epistêmica construindo dados, já que os alunos passaram boa parte da interação, entre eles, coletando os dados observáveis de cada experimento, e construíam os dados referentes ao cálculo do coeficiente de dilatação. As outras práticas ocorreram com bem menor frequência, e essas surgiram em poucos momentos em que os alunos discutiam a fim de dar sentido aos dados coletados.

Dessa maneira, as práticas epistêmicas da instância social de produção foram as mais observadas, seguindo padrões de outras pesquisas (ARAÚJO, 2008; SILVA *et al*, 2012; NASCIMENTO *et al*, 2012; 2013). Esse resultado é justificável mediante os alunos terem passado a maior parte do tempo coletando dados para poder analisá-los posteriormente.

Ainda sobre as instâncias, verifica-se certo padrão no aparecimento das práticas em cada experimento. Inicialmente, os alunos contemplam um discurso característico da instância de produção (na maior parte do tempo a prática construindo dados), e depois, um discurso na instância de comunicação. A ocorrência desse padrão é gerada por, primeiramente, os alunos coletaram e registraram os dados, e depois interpretaram os dados e negociaram os comentários sobre o observado, de acordo com o roteiro da atividade.

A atividade foi elaborada na intenção dos alunos permearem práticas das três instâncias sociais, porém, houve uma carência da prática de avaliação, não sendo perceptíveis aqueles momentos que os alunos avaliavam e/ou justificavam o conhecimento produzido. Apenas a prática da instância de avaliação *usando conceitos para avaliação de conclusões* foi verificada em um momento, pois os alunos utilizaram dos conceitos obtidos para desconsiderar a relação da densidade dos materiais com a dilatação.

Outro ponto fundamental pode ter contribuído para observar os resultados obtidos com relação ao aparecimento das práticas, está no fato de os alunos não estarem habituados a dedicarem-se a argumentação durante a aula, muitas vezes, pelo fato de professores não

estimulem esse tipo de prática em suas salas de aula. Mesmo que a atividade forneça espaço para a argumentação dos alunos, o hábito contínuo de professores que não trabalham com atividades que visam as interações e o movimento argumentativo dos alunos, acaba dando resultados desse tipo, sendo a precariedade de cursos de formação que invistam na preparação mais profunda desses profissionais, principalmente de educadores.

## CAPÍTULO 5 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse trabalho de dissertação objetivou analisar o desenvolvimento das práticas epistêmicas de alunos da Educação Básica ao longo de uma sequência de ensino investigativa considerando as ações do professor que favoreceram o desenvolvimento de tais práticas. Tendo em vista os resultados dessa pesquisa e aqueles apresentados na literatura sobre o tema, privilegia-se avançar na sistematização de categorias de práticas epistêmicas que englobem uma maior variedade de discursos que os alunos podem desenvolver ao longo de atividades investigativas.

Para a definição de práticas epistêmicas destaca-se a proposta por Kelly e Duschl (2002), que as define como formas específicas com que membros de uma comunidade científica, entendem, justificam, avaliam e validam os conhecimentos desenvolvidos, também Sandoval (2001) que insere as práticas epistêmicas no contexto de ensino de ciências, entendendo que os alunos utilizam as mesmas para compreender a epistemologia do conhecimento científico. Já a categorização das práticas epistêmicas foi inspirada nas propostas por Jimenez-Aleixandre (2007), Araujo (2008) e as do trabalho do grupo GPEA.

Para as ações do professor, consideramos duas dimensões: a da interatividade e a epistemológica. Na dimensão interativa, tomamos como referência a discussão de Mortimer e Scott (2002) sobre a abordagem comunicativa, sendo a abordagem do professor composta por duas instâncias, as quais apresentam cada uma um contínuo entre dois extremos: abordagem comunicativa dialógica - abordagem comunicativa de autoridade; e abordagem comunicativa interativa - abordagem comunicativa não-interativa. Na dimensão interativa, considerando as intenções do professor, representa as metas que o professor segue ao longo da aula. Na dimensão epistemológica, consideramos a definição de movimentos epistêmicos apresentados por Lidar, Lundqvist e Ostman (2005) que correspondem às formas pelas quais o professor dá as direções para os estudantes, considerando conhecimento relevante e as formas apropriadas de adquiri-lo.

Nesse trabalho foi elaborada uma sequência de ensino de Física, com a intenção de auxiliar os alunos na construção do conceito de dilatação térmica. A atividade consistiu de cinco partes, nas quais os alunos deveriam compreender o conceito de dilatação, a existência do coeficiente de dilatação, o cálculo desse coeficiente, o funcionamento das lâminas bimetálicas e discutir sobre o fenômeno da dilatação no dia-a-dia. Os dados obtidos foram analisados qualitativamente e quantitativamente.

Na análise qualitativa, contemplando 128 episódios, foi verificada cada categoria empregada, tanto no discurso do aluno quanto do professor, ou na interação entre ambos. O discurso do professor foi fundamental para a compreensão do conteúdo, nesse discurso percebe-se a presença de todos os movimentos epistêmicos, além de uma variação adequada nas intenções. No entanto, o professor não permitiu que os alunos argumentassem fortemente sobre o conteúdo desenvolvido, já que na maioria das vezes fazia com que os alunos expressassem as respostas cientificamente corretas, além de transmitir os assuntos rapidamente, principalmente na parte final da atividade, reduzindo o tempo destinado a discussão dos alunos entre si.

Sobre o comportamento dos alunos ao decorrer da atividade, nos momentos de discussão houve um avanço no movimento evolutivo das ideias, beneficiado pela estrutura da atividade, pois as questões buscavam acoplar a observação empírica com a teórica. Mas, os alunos não foram tão assíduos na discussão, consequência do pouco tempo que o professor destinou para a discussão, deixando algumas partes da atividade sem discussão entre eles.

A oficina apresentada neste estudo é recomendada para alunos no início do segundo ano do ensino médio, que normalmente têm o primeiro contato com o assunto, sendo que as atividades devem ser apresentadas antes de iniciar um conteúdo, para melhor desenvolver o poder de argumentação dos alunos.

A análise quantitativa mostra que o professor exerceu durante 81,7% de sua fala, um discurso de conteúdo científico, discurso utilizado para caracterizar as suas ações. Na abordagem comunicativa, o professor foi interativo durante 89,9% do tempo, expressando uma característica admirável na interação com os alunos para ministrar as aulas. No extremo da dialogicidade, o professor apresentou uma abordagem de autoridade, durante 50,5% do tempo, o que evidenciou na análise qualitativa a busca pela interação constante com os alunos, em contrapartida fez os alunos atingir o ponto de vista correto sobre o conteúdo, não gerando espaço para que os mesmos discutissem sobre seus pontos de vistas e conclusões. Ainda nas ações do professor, percebemos que o mesmo intencionou durante maior parte do tempo *introduzir e desenvolver a estória científica*, e os movimentos epistêmicos predominantes foram o de *elaboração, reelaboração e instrução*.

Os resultados no discurso dos alunos, durante 65,7%, os alunos apresentaram um discurso de conteúdo científico, utilizado para o estudo das práticas epistêmicas. Uma observação importante é que os momentos de dispersão registrados foram poucos, mesmo sem os alunos demonstrarem muita interação com a atividade, verificou-se o respeito deles com o andamento da aula. Quanto às práticas epistêmicas percebemos a predominância da



prática *construindo dados* inserida na instância de produção do conhecimento, esse processo se deu porque os alunos passaram maior parte do tempo apenas executando o que era proposto no roteiro, e que em pouco tempo tentaram discutir acerca do fenômeno.

O fato de os alunos não terem o hábito de argumentar, e o professor não ter estimulado tais ações, contribuiu para que as possíveis discussões fossem intimidadas. Como em outras pesquisas, a instância de produção do conhecimento foi a mais empregada no discurso dos alunos, porém esse resultado nessa pesquisa se dá principalmente pela predominância total da prática *construindo dados* (58,7%).

Com isso, consegue-se verificar todos os objetivos específicos da pesquisa: identificar as ações do professor ao longo da sequência didática, juntamente com as práticas epistêmicas desenvolvidas pelos alunos. Por fim, recomendamos essa prática no ensino de ciências, a fim de desenvolver o poder da argumentação dos estudantes ao longo das aulas, e introduzir o conhecimento a respeito da natureza da ciência.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, E. M. R. MORTIMER, E. F. **Uma metodologia para análise da dinâmica entre zonas de um perfil conceitual no discurso da sala de aula.** In: SANTOS, F. M. T. GRECA, I. M. (orgs.). **A pesquisa em ensino de ciências no Brasil e suas metodologias.** 2. ed. Ijuí: Ed. Ijuí, 2011.

ARAÚJO, A. O. **O uso do tempo e das práticas epistêmicas em aulas práticas de química.** 141. F. Dissertação (Mestrado em Educação). Faculdade de Educação-UFMG, Minas Gerais, 2008.

\_\_\_\_\_; MORTIMER, Eduardo Fleury. **As práticas epistêmicas e suas relações com os tipos de texto que circulam em aulas práticas de química.** Anais do VII ENPEC. Florianópolis, 2009.

\_\_\_\_\_; MORTIMER, Eduardo Fleury. **A utilização do tempo e das práticas epistêmicas nas atividades práticas.** Anais do XIV ENEQ. Salvador, 2012.

BORGES, D. R. SILVA, A. C. T. NASCIMENTO, E. D. O. **Movimentos epistêmicos de uma professora em atividades investigativas de ciências.** Scientia Plena. 10: 1-12, 2014.

CARVALHO, A. M. P. **O ensino de ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas.** In: CARVALHO, A. M. P. (org.). **Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula.** São Paulo: Cengage Learning, 2013.

ENGESTRÖM, Y. **Learning by expanding: An activity-theoretical approach to developmental research,** 1987 (Helsinki, Orienta-Konsultit). Versão online, disponível em: <http://lchc.ucsd.edu/MCA/Paper/Engestrom/expanding/toc.htm>. Último acesso 18/11/2013.

FRANÇA, Érika Cristina Menezes de. NUNES, Juliana Melo. FREIRE, F. A. **Contrastando práticas e movimentos epistêmicos em atividades investigativas de ciências.** Anais do VI EDUCON. São Cristóvão, 2012.

FREIRE, F.A. BORGES, D. R. **Práticas epistêmicas na construção e justificação dos saberes pelos alunos.** Anais do VII EDUCON. São Cristóvão, setembro de 2013.

GOUW, A. M. S. FRANZOLIN, F. FEJES, M. E. **Desafios enfrentados por professores na implementação de atividades investigativas nas aulas de ciências.** *Ciência Educação*. 19: 439-454, 2013.

JIMÈNEZ-ALEIXANDRE M. P.; REIGOSA, C. **Contextualizing practices across epistemic levels in the Chemistry laboratory.** *Science Education*. 90: 707-733, 2006.

\_\_\_\_\_; BUSTAMANTE, J. D. **Construction et justification des saviors scientifiques: rapports entre argumentation et pratiques épistémiques.** Texto didático, 2007.

\_\_\_\_\_; MORTIMER, E. F.; SILVA, A. C. T; BUSTAMANTE, J. D. **Epistemic practices: na analytical framework for science classrooms.** Paper apresentado na Reunião Annual da AERA. New York, NY, mar. 2008.

KELLY, G. J. **Inquiry, activity, and epistemic practices.** Paper apresentado na Inquiry Conference on Developing a Consensus Research Agenda. New Brunswick, NJ. fev. 2005.

\_\_\_\_\_; DUSCHL, R. A. **Toward a research agenda for epistemological studies in science education.** Paper apresentado na Reunião Annual da NARST. New Orleans, LA, abr. 2002.

\_\_\_\_\_; TAKAO, A. **Epistemic levels in argument: an analysis of university oceanography students' use of evidence in writing.** *Science Education*. 86: 314-342, 2002.

LEONTIEV, A. N. **O desenvolvimento do psiquismo.** Traduzido por Rubens Eduardo Frias. São Paulo: Centauro. 2004. P.356.

LIDAR, M; LUNDQVIST, E.; OSTMAN, L. **Teaching and learning in the science classroom: the interplay between teachers' epistemological moves and students' practical epistemology.** *Science Education*. 90: 148-163, 2005.

LIMA-TAVARES, M. **Argumentação em sala de aula de biologia sobre a teoria sintética da evolução.** 252 F. Tese (Doutorado em Educação). Faculdade de Educação-UFMG, Minas Gerais, 2011.

MORTIMER, E. F. **Uma metodologia para caracterizar os gêneros de discurso como tipos de estratégias enunciativas nas aulas de ciências.** In NARDI, R. A pesquisa em ensino de ciência no Brasil: alguns recortes. São Paulo: Escrituras, 2007.

\_\_\_\_\_; LIMA-TAVARES, M. JIMENEZ-ALEIXANDRE, M. P. **O diálogo dos estudantes com a evolução por meio de suas questões.** Anais do VI ENPEC. Florianópolis, 2007.

\_\_\_\_\_; SCOTT, P. H. Atividade discursiva nas salas de aula de ciências: uma ferramenta sócio-cultural para analisar e planejar o ensino. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/public/ensino.htm>>, 2002.

NASCIMENTO, E.D.O.; SILVA. A.C.T; FRANÇA, E.C.M. **Práticas epistêmicas e movimentos epistêmicos: Importância de cada categoria, relacionando-as em uma atividade investigativa de ciências.** Anais do VI EDUCON. São Cristóvão, setembro de 2012.

\_\_\_\_\_; SILVA, A. C. T.; FREIRE, F. A. **Importância das atividades investigativas de ciências para o desenvolvimento de práticas epistêmicas pelos estudantes.** Anais do VII EDUCON. São Cristóvão, setembro de 2013.

SANDOVAL, W. A. **Students' uses of data as evidence in scientific explanations.** Paper presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Assn, Seattle, WA. 2001, April.

\_\_\_\_\_. **Understandings students' practical epistemologies and their influence on learning through inquiry.** Science Education, v. 89, p. 634-656, 2005.

\_\_\_\_\_; REISER, B. J. **Explanation-driven inquiry: integrating conceptual and epistemic scaffolds for scientific inquiry.** Science Education, v. 88, p. 345-372, 2004.

SASSERON, L. H. CARVALHO, A. M. P. **Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: A proposição e a procura de indicadores do processo.** Investigações em Ensino de Ciências. 13: 333-352, 2008.

\_\_\_\_\_. **Interações discursivas e investigação em sala de aula: o papel do professor.** In: CARVALHO, A. M. P. (org.). **Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula.** São Paulo: Cengage Learning, 2013.

SILVA, A.C.T. **Estratégias enunciativas em salas de aula de química: Contrastando professores de estilos diferentes.** 353 F. Tese (Doutorado em Educação). Faculdade de Educação-UFMG, Minas Gerais, 2008.

\_\_\_\_\_; **Práticas e movimentos epistêmicos em atividades investigativas de Química.** Anais do VIII ENPEC. Campinas, dezembro de 2011.

\_\_\_\_\_; MORTIMER, E. F. Caracterizando estratégias enunciativas de uma aula de química: uma análise sobre os gêneros do discurso. Parte 1, Dados Gerais. Anais do V ENPEC. Santa Catarina, 2007 a.

\_\_\_\_\_; Caracterizando estratégias enunciativas de uma aula de química: uma análise sobre os gêneros do discurso. Parte 2, Microanálise. Anais do V ENPEC. Santa Catarina, 2007 b.

\_\_\_\_\_; NASCIMENTO, E.D.O.; FRANÇA, E.C.M.; FREIRE, F.A.; NUNES, J.M. **Densidade e flutuação dos objetos: práticas e movimentos epistêmicos em uma sala de aula de ciências.** Anais do XVI ENEQ / XEDUQUI. Salvador, julho de 2012.

SILVA, F. A. R. **O ensino de ciências por investigação na educação superior: um ambiente para o estudo da aprendizagem científica.** 347 F. Tese (Doutorado em Educação). Faculdade de Educação-UFMG, Minas Gerais, 2011.

\_\_\_\_\_. **O ensino por investigação e as práticas epistêmicas: referenciais para a análise da dinâmica discursiva da disciplina “projetos em bioquímica”.** Anais do VII ENPEC. Florianópolis, 2009.

\_\_\_\_\_; MORTIMER, Eduardo Fleury. **Identificando práticas epistêmicas dos estudantes do curso de ciências biológicas na disciplina “projeto em bioquímica”.** Revista da SBEnBIO, v.3, p. 1829-1840, 2010.

\_\_\_\_\_; MORTIMER, Eduardo Fleury. **As práticas epistêmicas e justificativas presentes nos processos de tomada de decisão em uma atividade investigativa escolar.** Anais do VIII ENPEC. Campinas, 2011.

\_\_\_\_\_; MORTIMER, Eduardo Fleury. **A contribuição da teoria da atividade na compreensão dos processos de ensino e aprendizagem de uma atividade investigativa no ensino superior.** Revista Enseñanza de las Ciencias, v. Extra, p.138-142, 2013.

WICKMAN, P.-O. **The practical epistemologies of the classroom: a study of laboratory work.** *Science Education*, v. 88, p. 325-344, 2004.

ZÔMPERO, A. F.; LABURÚ, C. E. *Atividades investigativas no ensino de ciências: Aspectos históricos e diferentes abordagens.* *Rev. Ensaio*, v.13, n.3, p.67-80, 2011.

## APÊNDICE A – ATIVIDADE INVESTIGATIVA DE FÍSICA

### INTRODUÇÃO

Em várias situações do nosso cotidiano, a Física se faz presente mas, muitas vezes, passa despercebida e nós não paramos para pensar como ela pode nos ajudar a compreender tais situações. Observem abaixo:

- Ao colocar líquido quente no interior de um copo de vidro comum, é comum esse copo trincar.
- As pontes e viadutos possuem pequenas fendas em sua estrutura.
- Nas ferrovias, é sempre deixado um pequeno espaço entre os trilhos.
- Os fios de alta tensão dos postes são colocados com uma certa curvatura.
- Para abrir uma tampa de metal de um recipiente qualquer, que esteja “apertada”, basta colocá-la sob água quente.

Você pode explicar porque tais situações acontecem? Todas elas podem ser compreendidas a partir de alguns conceitos que serão estudados nesta atividade.

### PARTE 1: ELABORANDO O CONCEITO DE DILATAÇÃO TÉRMICA

#### Experimento 1

**Material:** Duas moedas de mesmo valor, isopor, alicate (ou qualquer objeto capaz de fixar a moeda), vela, fósforo.

#### Procedimentos:

1. Acenda a vela e coloque por trinta segundos a moeda, presa ao alicate, em sua chama. Solte a moeda no bloco de isopor e descreva o que você observa.

---



---

2. No orifício formado, você irá colocar uma moeda fria (à temperatura ambiente) de mesmo valor. A moeda fria caberá no orifício deixado pela moeda quente? Discuta.

---



---

3. Coloque a moeda fria no orifício. O que você observa? Elabore uma explicação para o fato observado.

---



---

4. É correto afirmar que houve alguma variação na massa da moeda após o aquecimento? Justifique.

---

---

## Experimento 2

**Materiais:** Cadeado com chave, alicate (ou qualquer objeto capaz de fixar a chave), vela, fósforo, copo com água.

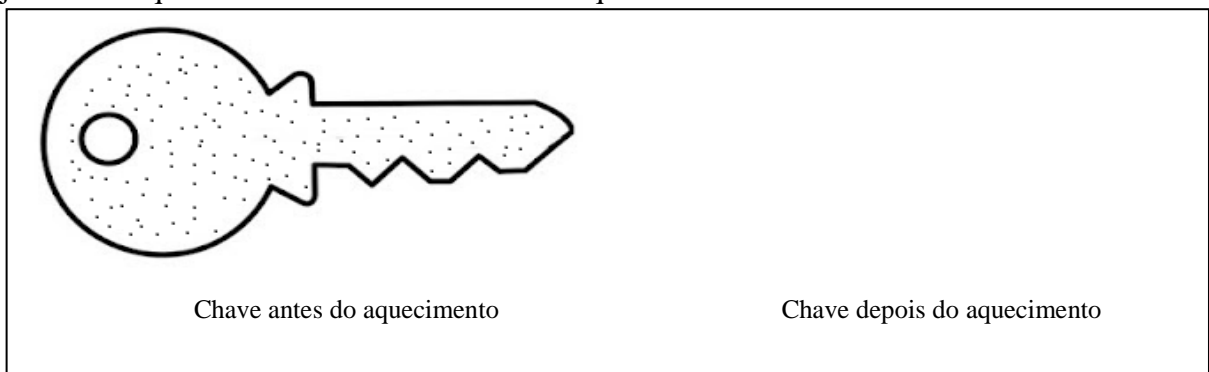
### Procedimentos:

1. Acenda uma vela e coloque a chave, segura ao alicate, sobre sua chama, aquecendo-a por 40 segundos. Em seguida, tente inserir a chave aquecida no cadeado. Descreva o que ocorreu, justificando o fato.

---

---

2. Elabore um modelo que represente a estrutura metálica da chave, de modo que você possa justificar o que ocorreu com a mesma ao ser aquecida.



3. O que aconteceu com as dimensões da chave ao ser aquecida? E com a sua massa? Discuta sobre isso.

---

---

4. Considerando os experimentos da chave e da moeda, tente justificar porque para abrir uma tampa metálica de um recipiente de vidro que esteja apertada, basta colocá-la em água quente?

---

---

5. Os experimentos realizados apresentam exemplos de dilatações. Resuma tudo o que foi ocorrido, utilizando tal termo.



---

---

## PARTE 2: O COEFICIENTE DE DILATAÇÃO

### Experimento

**Material:** Uma tira de papel alumínio e uma tira de papel ofício comum, coladas e fixadas em um pregador; vela e fósforo.

### Procedimentos:

1. Com a tira de papel alumínio voltada para baixo, aproxime o conjunto da chama da vela e descreva o que ocorre com as tiras nesse aquecimento.

---

---

2. Após o resfriamento do conjunto, repita o procedimento agora com o papel ofício voltado para baixo e descreva o ocorrido fazendo uma comparação com o primeiro procedimento.

---

---

3. Elabore modelos para a tira de papel alumínio após o aquecimento em ambos os procedimentos.

---

---

4. Tendo em vista os resultados verificados neste experimento, pode-se considerar que todos os materiais apresentam a mesma capacidade de se dilatar? Justifique.

---

---

5. Nesse experimento verifica-se que a dilatação de um corpo não depende somente da temperatura, mas também da natureza do material. Desse modo, é possível mensurar a capacidade de dilatação de um material por uma grandeza denominada coeficiente de dilatação. O coeficiente de dilatação é uma característica que cada material possui. Pelo experimento, qual dos dois materiais possui maior coeficiente de dilatação? Justifique.

---

---

### PARTE 3: DETERMINANDO O COEFICIENTE DE DILATAÇÃO LINEAR DOS METAIS

Conhecendo o conceito de coeficiente de dilatação, discuta com os seus colegas que procedimentos devem ser tomados, em um laboratório, para determinar os coeficientes de dilatação linear do alumínio e do latão. Elabore um esquema experimental.

#### Atividade

Em pesquisa realizada, foi encontrado um trabalho que apresentou um dilatômetro, dispositivo utilizado para determinar a dilatação sofrida por certo material, tornando possível calcular o coeficiente de dilatação de um material. Este consiste de uma base, um tubo oco do material que se deve determinar o coeficiente de dilatação, duas hastes (onde o material analisado ficará suspenso), e outra haste para sustentar o relógio comparador localizado na extremidade do tubo. A figura abaixo representa o aparato:



Para encontrar o valor da dilatação sofrida, é necessário aquecer a água presente no recipiente para que seu vapor percorra o interior do tubo e o aqueça. Depois de aquecido, o tubo sofrerá a dilatação, fazendo com que o relógio comparador seja pressionado e a dilatação possa ser medida.

1. Foram registrados os valores do aquecimento de três tubos: de aço, de alumínio e de latão. Com os dados abaixo, complete a tabela a fim de determinar o coeficiente de dilatação de cada um dos materiais.

Haste	$L_0$	$\Delta L$	$T_0$	$T$	$\Delta T$	$\alpha = \frac{\Delta L}{L_0 \cdot \Delta T}$
Aço	525mm	0,49mm	23°C	99,5°C		

Alumínio	520mm	0,85mm	23°C	99,5°C		
Latão	535mm	0,76mm	23°C	99,5°C		

2. Qual material apresentou maior coeficiente de dilatação? O que esse resultado pode representar?

---



---

## PARTE 4 – A DILATAÇÃO TÉRMICA DOS SÓLIDOS EM NOSSO DIA-A-DIA

### Lâmina bimetálica

A lâmina bimetálica é um dispositivo utilizado em alguns aparelhos bem conhecidos, como o “pisca-pisca” e o ferro elétrico de passar roupas, sendo formada por duas tiras metálicas de coeficientes de dilatação diferentes, as quais são soldadas ou coladas fortemente. A lâmina só se mantém retilínea na temperatura em que foi feita a colagem. Quando ela é aquecida, um dos lados da tira dupla torna-se mais longo do que outro, fazendo com que ela se curve. Por outro lado, ao ser resfriada, ela tende a curvar-se no sentido oposto. Esta propriedade da lâmina bimetálica é muito usada para provocar aberturas e fechamentos de circuitos elétricos. Curvando-se para um lado ou outro ela acaba possibilitando (ou não) um caminho para passagem de corrente elétrica, a qual é necessária para que a ação de interesse seja executada. Uma aplicação prática disso é o termostato, um regulador de temperatura que a mantém praticamente constante. A lâmina é correntemente composta por ligas de ferro e níquel, tendo o ferro um maior coeficiente de dilatação.

1. Relacione o que foi lido acerca das lâminas bimetálicas com os experimentos realizados.

---



---

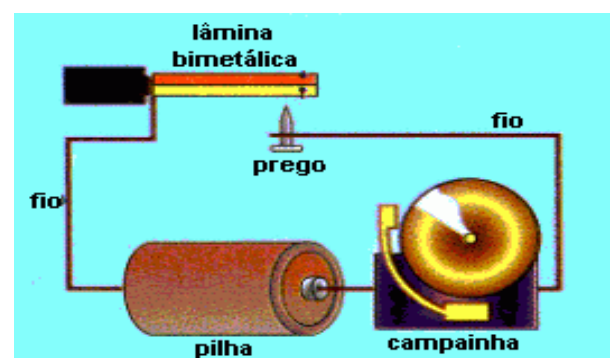
2. O ferro elétrico é composto por termostato (aplicação da lâmina bimetálica) para regular a temperatura do mesmo. Sabendo que o ferro elétrico ao ser ligado aquece, discuta a utilidade dos termostatos no seu funcionamento.

---



---

3. Ao lado tem uma figura representando um esboço do circuito elétrico de um alarme contra



incêndio. Discuta como a campainha será tocada (ou seja, o alarme acionado), a partir dos conhecimentos adquiridos.

---

---

4. Ainda baseando-se na figura, e tomando a informação dada no texto, quais materiais, respectivamente, representariam as lâminas laranja e amarela.

---

---

5. Porque a lâmina deve ser constituída de dois materiais, e não apenas um?

---

---

### **FINAL**

Após todas essas discussões acerca do conceito de dilatação térmica dos sólidos, explique porque cada situação presente na introdução dessa atividade acontece.

---

---

## APÊNDICE B – MAPA DE EPISÓDIOS

Turno	Tempo	Sequência	Descrição da sequência	Momento da aula	Discurso	A/C	Movimentos epistêmicos	Intenção	Práticas epistêmicas
1	00:00-00:36	Única	Professor apresenta a proposta da oficina	O professor dirige-se para toda a turma	Apresentação	----- ---	-----	-----	-----
2	00:36-01:02	Seq. 1	Professor afirma que deve ser visto as definições de calor e temperatura.		Agenda	----- ---	-----	-----	-----
3	01:02-01:26	Seq. 2	Definição de calor.		Conteúdo científico	I/A	Instrução	Introduzir/desenvolver a estória científica	-----
4	01:26-02:05	Seq. 3	Representação de corpos a temperaturas diferentes.					Mantendo a narrativa	-----
5	02:05-02:28	Seq. 4	Indaga a turma sobre o que é temperatura.				Instrução	Mantendo a narrativa	-----
6	02:28-03:31	Seq. 5	Conceitua temperatura, relacionando com calor.					Introduzir/desenvolver a estória científica	-----
7	03:31-04:40	Seq. 6	Equilíbrio térmico.			I/A	Instrução	Introduzir/desenvolver a estória científica	-----
8	04:40-05:19	Seq. 7	Conceitua quantidade de calor.				Instrução	Introduzir/desenvolver a estória científica	-----
9	05:19-08:03	Seq. 1	Importância da dilatação. Introdução a atividade investigativa.			I/D	Elaboração	Criar problema	-----
10	08:03-08:49	Seq. 2	Aluno dialoga sobre o explanado.					Criar problema	-----
11	08:49-08:57	Seq. 3	Professor retoma explicitando a ideia da atividade.			I/A	Elaboração	Criar problema	-----
12	08:57-09:58	Única	Organização da turma.		Gestão de classe	----- ---	-----	-----	-----
13	09:58-11:47	Única	Apresentação do primeiro experimento.		Agenda	----- ---	-----	-----	-----

14	11:47-12:27	Seq. 1	Alunos acendem a vela.	Os alunos interagem entre si	Conteúdo científico	----- ---	-----	-----	Construindo dados - Produção
15	12:27-12:54	Seq. 2	Professor auxilia no "acendimento" da vela.	Professor interage com grupo-pesquisa	Experiência	----- ---	-----	-----	-----
16	12:54-14:11	Seq. 3	Alunos aquecem o conjunto.	Os alunos interagem entre si	Conteúdo científico	----- ---	-----	-----	Construindo dados - Produção
17	14:11-14:35	Seq. 4	Execução do experimento.		Conteúdo científico	----- ---	-----	-----	Construindo significados - Produção
18	14:35-14:43	Única	Aluno 3 questiona ao professor sobre a parafina.	Professor interage com grupo-pesquisa	Conteúdo científico	I/D	Compreensão	Explorando o ponto de vista dos alunos	-----
19	14:43-15:14	Única	Professor observa prática desenvolvida.		Procedimenta 1	----- ---	-----	-----	-----
20	15:14-15:47	Seq. 1	Aluno 1 comenta que a moeda foi colocada errada.	Os alunos interagem entre si	Conteúdo científico	----- ---	-----	-----	Lidando com situação anômala ou problemática - Produção
21	15:47-15:57	Seq. 2	Novo aquecimento da moeda.			----- ---	-----	-----	Construindo dados - Produção
22	15:57-16:31	Seq. 3	Discutem melhor forma de aquecer a moeda.			----- ---	-----	-----	Construindo dados - Produção
23	16:31-16:47	Seq. 4	Planejam como aquecerá novamente a moeda.			----- ---	-----	-----	Planejando investigação - Produção
24	16:47-17:02	Seq. 5	Professor orienta sobre a posição do pregador.	Professor interage com grupo-pesquisa	Procedimenta 1	----- ---	-----	-----	-----
25	17:02-17:41	Seq. 6	Passam a aquecer a moeda novamente.	Os alunos interagem entre si	Conteúdo científico	----- ---	-----	-----	Construindo dados - Produção
26	17:41-18:14	Seq. 7	Soltam a moeda, e observam o ocorrido!		Conteúdo científico	----- ---	-----	-----	Ordenando dados - Produção
27	18:14-19:16	Seq. 8	Aluno 2 passa a responder sozinho o roteiro.		Silêncio/escrita	----- ---	-----	-----	-----

28	19:16-19:23	Seq. 9	Professor: E aí, terminaram? Escreveram?	Professor interage com grupo-pesquisa	Agenda	----- ---	-----	-----	-----
29	19:23-19:29	Seq. 10	Aluno 2 volta a escrever, aluno 1 auxilia um pouco.	Os alunos interagem entre si	Conteúdo científico	----- ---	-----	-----	Transformando dados - Comunicação
30	19:29-20:13	Seq. 11			Silêncio/escrita	----- ---	-----	-----	-----
31	20:13-20:40	Seq. 12	Aluno 1 auxilia aluno 2 no entendimento de uma questão (3ª).		Conteúdo científico	----- ---	-----	-----	Negociando explicações - Comunicação
32	20:40-21:15	Seq. 13	Aluno 2 só!		Silêncio/escrita	----- ---	-----	-----	-----
33	21:15-21:35	Única	Professor pede para todos os alunos iniciarem o experimento 2.	O professor dirige-se para toda a turma	Agenda	----- ---	-----	-----	-----
34	21:35-21:53	Única	Aluno 2 só!	Os alunos interagem entre si	Silêncio/escrita	----- ---	-----	-----	-----
35	21:53-22:02	Única	Conversa entre alunos sobre utilidade da moeda.		Conteúdo científico	----- ---	-----	-----	Planejando investigação - Produção
36	22:02-22:06	Única	Aluno 2 só.		Silêncio/escrita	----- ---	-----	-----	-----
37	22:06-22:12	Única	Professor pergunta se passaram para o 2º experimento.	Professor interage com grupo-pesquisa	Agenda	----- ---	-----	-----	-----
38	22:12-22:54	Seq. 1	Alunos lêem o roteiro e fazem o procedimento.	Os alunos interagem entre si	Conteúdo científico	----- ---	-----	-----	Planejando investigação - Produção

39	22:54-23:02	Seq. 2	Começam a colocar a chave na vela.		Conteúdo científico	----- ---	-----	-----	Construindo dados - Produção
40	23:02-23:28	Seq. 3	Aluno e professor discutem sobre os possíveis resultados do experimento.		Conteúdo científico	----- ---	-----	-----	Negociando explicações - Comunicação
41	23:28-23:51	Seq. 4	Alunos executam experimento.		Conteúdo científico	----- ---	-----	-----	Construindo dados - Produção
42	23:51-24:20	Seq. 5	Professor observa realização do experimento e auxilia.	Professor interage com grupo-pesquisa	Procedimenta 1	----- ---	-----	-----	-----
43	24:20-24:30	Seq. 6	Professor e alunos discutem o fato da chave ter demorado para entrar no cadeado.		Conteúdo científico	I/D	Elaboração	Guiar os estudantes na aplicação das ideias científicas	-----
44	24:30-24:41	Seq. 7	Professor propõe novos procedimentos.		Agenda	----- ---	-----	-----	-----
45	24:41-25:24	Única	Alunos repetem o experimento.	Os alunos interagem entre si	Conteúdo científico	----- ---	-----	-----	Construindo dados - Produção
46	25:24-26:13	Única	Discussão acerca da dilatação do cadeado.		Conteúdo científico	----- ---	-----	-----	Alcançando generalizações - Comunicação
47	26:13-26:29	Única	Alunos respondem um questionamento.		Conteúdo científico	----- ---	-----	-----	Alcançando generalizações - Comunicação
48	26:29-27:30	Única	Alunos repetem o experimento.		Conteúdo científico	----- ---	-----	-----	Construindo dados - Produção
49	27:30-27:48	Única	Discussão sobre a elaboração do modelo. Discutem sobre as dimensões dilatadas.		Conteúdo científico	----- ---	-----	-----	Negociando explicações - Comunicação
50	27:48-	Seq. 1	Discussão sobre dimensões	Professor	Conteúdo	I/A	Confirmação	Guiando o	-----



	27:58		dilatadas da chave.	interage com grupo-pesquisa	científico			processo de internalização	
51	27:59-28:20	Seq. 2					Reelaboração	Guiando o processo de internalização	
52	28:20-28:25	Seq. 3					Confirmação	Guiando o processo de internalização	
53	28:25-28:33	Única	Alunos prosseguem discussão sós (Aluno 3 somente fala).	Os alunos interagem entre si	Conteúdo científico	----- ---		-----	Negociando explicações - Comunicação
54	28:33-28:43	Única	Professor comenta do procedimento de outro grupo de alunos.	Professor interage com grupo-pesquisa	Procedimenta 1	----- ---		-----	-----
55	28:43-29:10	Única	Aluno 2 responde só.	Os alunos interagem entre si	Silêncio/escrita	----- ---	-----	-----	-----
56	29:10-29:29	Seq. 1	Influência do tipo do material.	O professor dirige-se para toda a turma	Conteúdo científico	I/A	-----	Introduzir/desenvolver a estória científica	-----
57	29:29-29:46	Seq. 2	Professor "retruca" resposta de aluno sobre densidade, dialogando com o mesmo.		Conteúdo científico		-----	Introduzir/desenvolver a estória científica	-----
58	29:46-29:59	Seq. 1	Alunos repetem experimento da chave.	Os alunos interagem entre si	Conteúdo científico	----- ---	Reelaboração	-----	Construindo dados - Produção
59	29:59-30:18	Seq. 2	Alunos comentam sobre modelo da chave no isopor.		Conteúdo científico	----- ---	Correção	-----	Apresentando hipóteses - Produção
60	30:18-30:40	Única	Alunos "brincam" com molde da chave no isopor	Os alunos interagem entre si	Dispersão	----- ---	-----	-----	-----
61	30:40-	Única	Professor lê para os alunos as	O professor	Agenda	-----	-----	-----	-----

	31:10		questões a serem respondidas.	dirige-se para toda a turma		---			
62	31:10-32:21	Única	Aluno 2 responde só.	Os alunos interagem entre si	Silêncio/escrita	----- ---	-----	-----	-----
63	32:21-32:27	Única	Professor comenta sobre os pontinhos na chave.	O professor dirige-se para toda a turma	Agenda	----- ---	-----	-----	-----
64	32:27-34:28	Única	Aluno 1 faz o modelo.	Os alunos interagem entre si	Silêncio/escrita	----- ---	-----	-----	-----
65	34:28-34:52	Única	Dispersão		Dispersão	----- ---	-----	-----	-----
66	34:52-35:16	Única	Discute o que falta ainda		Gestão entre alunos	----- ---	-----	-----	-----
67	35:16-35:23	Única	Professor: E aí, responderam?	Professor interage com grupo-pesquisa	Agenda	----- ---	-----	-----	-----
68	35:23-36:21	Seq. 1	Aluno 2 continua respondendo só.	Os alunos interagem entre si	Silêncio/escrita	----- ---	-----	-----	-----
69	36:21-36:33	Seq. 2			Gestão entre alunos	----- ---	-----	-----	-----
70	36:33-37:57	Seq. 3	Dispersão.		Dispersão	----- ---	-----	-----	-----
71	37:57-38:44	Seq. 1	Professor pergunta o que os alunos do grupo-pesquisa acharam de interessante no experimento da moeda.	O professor dirige-se para toda a turma	Conteúdo científico	I/D	-----	Guiar os estudantes no processo de internalização das ideias científicas	-----
72	38:44-38:59	Seq. 2	Alunos respondem e professor confirma.			I/A	-----	Guiar os estudantes no processo de internalização das ideias científicas	-----
73	38:59-39:01	Seq. 3	Professor: Porque isso acontece?			I/D	Compreensão	Guiar os estudantes no processo de internalização das	-----

74	39:01-39:06	Seq. 4	Aluno responde.
75	39:06-39:08	Seq. 5	Professor confirma: Certo!
76	39:08-39:22	Seq. 6	Professor dialoga com grupo 1 sobre as respostas dada pelo grupo-pesquisa.
77	39:22-39:47	Seq. 7	Professor confirma e explana sobre as perguntas respondidas.
78	39:47-40:03	Seq. 8	Professor questiona grupo 1. Alunos respondem. Professor confirma as respostas e completa dialogando com toda a sala.
79	40:03-40:37	Seq. 9	

		ideias científicas	
I/A	Confirmação	Guiar os estudantes no processo de internalização das ideias científicas	-----
I/A	Compreensão	Guiar os estudantes no processo de internalização das ideias científicas	-----
I/D	Confirmação	Guiar os estudantes no processo de internalização das ideias científicas	-----
I/A		Guiar os estudantes no processo de internalização das ideias científicas	-----
I/A	Compreensão	Explorando o ponto de vista dos alunos	-----
I/A	Confirmação	Guiar os estudantes no processo de internalização das ideias científicas	-----

80	40:37-40:48	Seq. 10	Professor faz a "primeira conclusão" da atividade, informando que ao receber calor o corpo se dilata.			NI/A	Confirmação	Guiar os estudantes no processo de internalização das ideias científicas	-----
81	40:48-41:38	Seq. 11	Professor comenta da dilatação nas três dimensões.			I/A	Síntese	Introduzir/desenvolver a estória científica	-----
82	41:38-42:02	Seq. 12	Professor comenta que ainda "não está satisfeito".			I/A	Síntese	Explorando o ponto de vista dos alunos	-----
83	42:02-42:17	Seq. 13	Alunos comentam sobre tempo de aquecimento da chave.				Reelaboração	Explorando o ponto de vista dos alunos	-----
84	42:17-42:25	Seq. 14	Professor: O que isso significa?				Correção	Explorando o ponto de vista dos alunos	-----
85	42:25-42:30	Seq. 15	Alunos respondem.					Explorando o ponto de vista dos alunos	-----
86	42:30-43:23	Seq. 16	Professor discute sobre quantidade de calor recebida e o tempo de aquecimento.			I/A	Compreensão	Explorando o ponto de vista dos alunos	-----
87	43:23-43:50	Seq. 17	Discute sobre os modelos desenhados.			I/A		Guiar os estudantes no processo de internalização das ideias científicas	-----
88	43:50-44:35	Seq. 18	Discute sobre a densidade dos materiais na dilatação.				Confirmação	Guiar os estudantes no processo de internalização das ideias científicas	-----
89	44:35-	Seq. 19	Professor discute de como				Correção	Guiar os	-----

	47:20		ficarão as moléculas antes e após o aquecimento.				estudantes no processo de internalização das ideias científicas	
90	47:20-49:36	Seq. 20	Aluno insiste na discussão da densidade.			I/D	Explorando o ponto de vista dos alunos	-----
91	49:36-50:16	Seq. 21	Chegam a conclusão que cada material dilata-se diferente.			I/A	Síntese	Explorando o ponto de vista dos alunos -----
92	50:16-50:39	Seq. 22	O professor fecha essa discussão introduzindo o próximo experimento.			NI/A	Elaboração	Introduzir/desenvolver a estória científica -----
93	50:39-52:26	Única	Apresenta o experimento.		Agenda	----- ---	Elaboração	----- -----
94	52:26-53:03	Seq. 1	Alunos iniciam procedimento do experimento 3.	Os alunos interagem entre si	Conteúdo científico	----- ---	Síntese	----- Construindo dados - Produção
95	53:03-53:08	Seq. 2	Professor observa.	Professor interage com grupo-pesquisa	Procedimento 1	----- ---	-----	-----
96	53:08-53:48	Seq. 3	Alunos verificam que o alumínio dilatou-se mais que o ofício.	Os alunos interagem entre si	Conteúdo científico	----- ---	-----	Construindo significados - Produção
97	53:48-54:31	Seq. 4	Aluno 2 responde no roteiro.		Silêncio/escrita	----- ---	-----	-----
98	54:31-55:08	Seq. 5	Alunos põem o ofício voltado para baixo.		Conteúdo científico	----- ---	-----	Construindo dados - Produção
99	55:08-55:38	Seq. 6	Alunos comentam que aconteceu a mesma coisa.		Conteúdo científico	----- ---	-----	Alcançando generalizações - Comunicação
100	55:38-56:07	Seq. 7	Aluno 2 escreve.		Silêncio/escrita	----- ---	-----	-----
101	56:07-57:01	Seq. 8	Professor anuncia o que fazer no 3º procedimento.	O professor dirige-se para toda a turma	Agenda	----- ---	-----	-----
102	57:01-57:15	Seq. 9	Aluno 1 e Aluno 2 desenham o modelo.	Os alunos interagem entre	Conteúdo científico	----- ---	-----	Transformando dados -

				si					Comunicação
103	57:15-58:25	Única	Aluno 3 conversa com o professor sobre os fios de alta tensão.	Professor interage com grupo-pesquisa	Conteúdo científico	I/D	-----	Mantendo a narrativa	-----
104	58:25-59:10	Seq. 1	Grupo desenha os modelos.	Os alunos interagem entre si	Conteúdo científico	----- ---	-----	-----	Transformando dados - Comunicação
105	59:10-59:18	Seq. 2	Professor observa os desenhos.	Professor interage com grupo-pesquisa	Procedimenta 1	----- ---	Compreensão	-----	-----
106	59:18-01:00:39	Única	Alunos respondem o restante do roteiro, falando do coeficiente.	Os alunos interagem entre si	Conteúdo científico	----- ---	-----	-----	Justificando as próprias conclusões - Avaliação
107	01:00:39 - 01:01:26	Seq. 1	Professor sintetiza a ideia do coeficiente e enuncia a pergunta de qual material possui coeficiente maior.	O professor dirige-se para toda a turma	Conteúdo científico	I/A	-----	Explorando o ponto de vista dos alunos	-----
108	01:01:26 - 01:02:08	Seq. 2	Alunos respondem que é o alumínio.				-----	Explorando o ponto de vista dos alunos	-----
109	01:02:08 - 01:02:37	Única	Professor "libera" os alunos para o intervalo.		Gestão de classe	----- ---	Síntese	-----	-----
110	01:02:37 - 01:04:22	Seq. 1	Com toda a turma, professor discute sobre o coeficiente de dilatação.	O professor dirige-se para toda a turma	Conteúdo científico	I/A		Guiar os estudantes no processo de internalização das ideias científicas	-----
111	01:04:22 - 01:06:40	Seq. 2	Apresenta aos alunos a fórmula de dilatação.			NI/A		Introduzir/desenvolver a estória científica	-----
112	01:06:40 - 01:08:36	Seq. 3	Explicita como calcular o coeficiente de dilatação.			NI/A		Introduzir/desenvolver a estória científica	-----
113	01:08:36 - 01:09:18	Seq. 1	Alunos resolvem a conta.	Os alunos interagem entre si	Conteúdo científico	----- ---	Síntese	-----	Construindo dados - Produção

114	01:09:18 - 01:09:22	Seq. 2	Professor pergunta como está.	Professor interage com grupo-pesquisa	Agenda	----- ---	Instrução	-----	-----
115	01:09:22 - 01:10:44	Seq. 3	Alunos resolvem a conta.	Os alunos interagem entre si	Conteúdo científico	----- ---	Instrução	-----	Construindo dados - Produção
116	01:10:44 - 01:11:49	Única	Aluno 3 faz pergunta extra-assunto.	Professor interage com grupo-pesquisa	Conteúdo científico	I/D	-----	Guiar os estudantes na aplicação das ideias científicas	-----
117	01:11:49 - 01:13:21	Única	Professor observa os cálculos e auxilia no cálculo. Confirma que os alunos estão corretos.	Professor interage com grupo-pesquisa	Conteúdo científico	I/A	-----	Guiar os estudantes no processo de internalização das ideias científicas	-----
118	01:13:21 - 01:16:57	Única	Alunos continuam os outros cálculos.	Os alunos interagem entre si	Conteúdo científico	----- ---	-----	-----	Construindo dados - Produção
119	01:16:57 - 01:20:03	Seq. 1	Professor discute a questão com todos: Qual material possui maior coeficiente de dilatação e o que isso representa.	O professor dirige-se para toda a turma	Conteúdo científico	I/D	Compreensão	Introduzir/desenvolver a estória científica	-----
120	01:20:03 - 01:21:37	Seq. 2	Inicia parte final da atividade: lâmina bimetálica.			I/A	Confirmação	Introduzir/desenvolver a estória científica	-----
121	01:21:37 - 01:23:26	Seq. 3	Professor exemplifica com o termostato.			I/D	-----	Explorando o ponto de vista dos alunos	-----
122	01:23:26 - 01:24:07	Seq. 4	Aluno discute sobre o disjuntor.				Reelaboração	Guiar os estudantes no processo de internalização das	-----

